

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-175868

(43)Date of publication of application : 29.06.2001

(51)Int.Cl.

G06T 7/00

G06T 1/00

(21)Application number : 11-364875

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 22.12.1999

(72)Inventor : NINO YUICHI

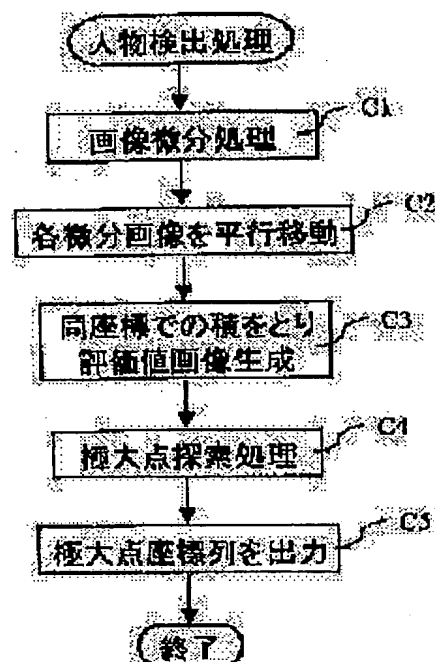
FURUKAWA HISAO

(54) METHOD AND DEVICE FOR HUMAN DETECTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a human detecting method and its device which can discriminate mutually hidden or adjacent persons when detecting respective persons in a picked-up image and detect persons even if the direction and size of an object varies and even the same person have large shape variation in a moving picture.

SOLUTION: Image feature output by an edge detection operator which has a gap expanded is made to correspond to a model shape set on the basis of the head of a person or the outline of the upper half part of the body which are hardly hidden and has small shape variation, and the maximum point of a product at each point is detected as a human area. Thus, the influence of a fine difference in outline shape is reduced and adjacent objects are separated and detected. This mentioned process is performed for an image obtained by photographing the space from above and persons in the obtained visual field are counted and totaled to actualize various information services such as analysis of a store customer distribution.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In a person detection method of performing person detection processing in which photo a field where many persons exist or move, acquire an image, and a person's image is extracted from an acquired image To a relative position corresponding to a location of two or more points of having been beforehand set up on a person geometric model of a configuration based on a person outline Arrange a characteristic quantity detector which detects characteristic quantity of a person who is going to detect, and a characteristic quantity detector set is constituted. A characteristic quantity detector set is put on each location corresponding to each coordinate set as an image side. Image characteristic quantity detected based on a value of image characteristic quantity which detected image characteristic quantity of said acquired image, and a characteristic quantity detector which constitutes a characteristic quantity detector set in said each location detected is in predetermined tolerance. A predetermined operation for judging that it is the characteristic quantity of an image which has a configuration corresponding to said person geometric model is performed. A person detection method presumed that a portrait image exists in the location concerned when it is shown that it is the characteristic quantity of an image with which the result of an operation has a configuration with which said detected image characteristic quantity agrees in said person geometric model.

[Claim 2] Said predetermined operation is the person detection method according to claim 1 which calculates a product of characteristic quantity which each characteristic quantity detector detected in each location of a characteristic quantity detector set, and includes processing which judges the product to be a portrait image [in / for the image concerned / the location concerned] when a value of the product exceeds the predetermined threshold concerned as compared with a predetermined threshold.

[Claim 3] Match said predetermined operation with a coordinate of an image side corresponding to a location of the characteristic quantity detector set concerned by making into an evaluation value a product of characteristic quantity which each characteristic quantity detector detected, and it generates an evaluation value image. Set up a partial field centering on each pixel in an evaluation value image, and it searches for the maximum point that an evaluation value becomes the maximum in a partial field. A method including processing which makes a pixel which exists at the center of a partial field that the maximum point that an evaluation value exceeds a predetermined threshold among the maximum point exists a point that a person exists according to claim 2.

[Claim 4] Each characteristic quantity detector arranged in a relative position corresponding to a location of two or more points of having been beforehand set up on a person geometric model It is defined as a characteristic quantity detector corresponding to a point of having been beforehand set up on the person geometric model concerned. A displacement vector from a location of two or more of said points on said person geometric model set up beforehand to an origin/datum set as a person geometric model at arbitration It is defined as a vector. characteristic quantity of a characteristic quantity detector corresponding to two or more points concerned — displacement — When characteristic quantity which each characteristic quantity detector detected is matched with a coordinate of a location which displaced only a characteristic quantity displacement vector and is defined as displacement characteristic quantity in the coordinate concerned corresponding to the characteristic quantity detector concerned from a location where the characteristic quantity was

detected, An operation of a product of characteristic quantity which said each characteristic quantity detector detected is a method including processing which calculates a product of displacement characteristic quantity corresponding to each characteristic quantity detector about each coordinate of an image side according to claim 2.

[Claim 5] An image acquisition means to incorporate an image frame which is characterized by providing the following and which was photoed with a camera which photos a field where many persons exist or move, and to create an image in which an image processing is possible, Hold a person geometric model, extract an image which has a configuration corresponding to a person geometric model from an image in which said image processing is possible, and each extracted image as a person currently picturized all over an image side Person detection equipment which has a person detection means to output a coordinate on an image plane of a point of representing a location where an extracted everybody object exists Said person detection means is equipped with a characteristic quantity detector set which becomes with 1 set of characteristic quantity detectors arranged in a relative position corresponding to a location of two or more points of having been beforehand set up on a person geometric model. With said characteristic quantity detector set The characteristic quantity calculation section which detects image characteristic quantity, and detected image characteristic quantity is made to correspond with a coordinate of an image side, and outputs it about each point of an image side acquired by image acquisition means in a relative position corresponding to each location on a person geometric model A predetermined operation is performed to a value of an image characteristic quantity set with which each characteristic quantity detector of a characteristic quantity detector set becomes with 1 set of image characteristic quantity detected in said relative position. Evaluation value operation part which evaluates a degree to which an image characteristic quantity set has agreed with a person geometric model proper, generates an evaluation value corresponding to a location on an image side of a characteristic quantity detector set, and generates an evaluation value image showing an evaluation value corresponding to each coordinate of an image side The maximum point retrieval section which searches for the evaluation value maximum point that an evaluation value corresponding to a coordinate of the pixel concerned serves as max in a nearby field about a pixel of each coordinate of an image side, and outputs a coordinate of the acquired evaluation value maximum point as a point that a person exists, to an evaluation value image computed by evaluation value operation part

[Claim 6] The characteristic quantity calculation section is equipped with an operator set which becomes by 1 set of edge detection operators as a characteristic quantity detector set. With said operator set In a relative position corresponding to two or more locations which can be set on an outline of a person geometric model An image outline is detected about each point of an image side acquired by image acquisition means. From a location of two or more points of having made a detection value of a detected image outline corresponding with a coordinate of an image side, having outputted it, and having been beforehand set up on said person geometric model It is defined as a vector. displacement to an origin/datum set as a person geometric model at arbitration — characteristic quantity of an edge detection operator who is in a relative position corresponding to a location of two or more points concerned about a vector — displacement — An edge detection value which each edge detection operator detected is matched with a coordinate of a location which displaced only a characteristic quantity displacement vector from a location where the edge detection value was detected. When defining it as displacement characteristic quantity in the coordinate concerned corresponding to the edge detection operator concerned, evaluation value operation part As a predetermined operation to a value of said image characteristic quantity set, about each coordinate of an image side A product of displacement characteristic quantity about an edge detection value which each edge detection operator detected is calculated. The maximum point retrieval section A partial field centering on each pixel in an evaluation value image obtained by evaluation value operation part is set up. Equipment according to claim 5 which searches for the maximum point that an evaluation value serves as the maximum, in a partial field, and outputs a location of a pixel which exists at the center of a partial field that the maximum point that an evaluation value exceeds a predetermined threshold exists as a location of a point that a person exists.

[Claim 7] Evaluation value operation part has an edge detection operator with small detection edge width of face, and an edge detection operator with large detection edge width of face as a characteristic quantity detector. Each edge detection operator He is the gap escape operator who extended field width of face of the central gap section which does not have weight in a degree which outputs a detection value stabilized even if a configuration of a portrait image had a very small change. An edge detection operator Equipment according to claim 6 with which configuration change is arranged in a relative position corresponding to few persons' part that it is hard to generate concealment.

[Claim 8] Equipment according to claim 5 characterized by providing the following a person who does counting of the person who exists in a field currently photoed based on a detection result obtained by person detection means — counting — a means — having — said person — counting — a means A look-up table which indicated a value of a parameter required in order to presume a location in a person's real space, or a pixel and a person's spatial position is memorized. The storage section corresponding to an image and a location which performs a calibration by initial setting in advance, takes correspondence with each pixel in an image, and a spatial position before measuring, and memorizes this correspondence beforehand A person location detecting element which considers that a point that a person whom a person detection means outputs exists is the location of the head of a portrait image in an image, and presumes a location in a person's space based on information on storage 42 corresponding to an image and a location The person densitometry section which measures the number in a very small field and computes person density based on a person location detected by person location detecting element

[Claim 9] A calibration is equipment including the processing which calculates two angles which describe with five equations by making into a parameter two angles which express a global coordinate of a camera, and a posture of a camera for relation with a location on an image plane of an object point location arranged to five predetermined spatial positions, and the image point which picturizes this object point and is obtained, and express a global coordinate of probable camera, and a posture of a camera with the least square method according to claim 8.

[Claim 10] a person — counting — counting which relates person density by which counting was carried out with a means with time of day which picturized an image, and records it serially — equipment according to claim 8 which has a result storage means.

[Claim 11] Equipment according to claim 8 characterized by providing the following a person — counting — counting obtained by means — a result or said counting — counting of the time of day of the past accumulated in a result storage means — counting which displays by processing a result if needed — a result display means having — said counting — the number storage section of purchase visitors which memorizes the number of purchase visitors per unit time amount over all business hours based on data which recorded a result display means counting — a rate display of purchase which totals a rate of purchase, i.e., the number of purchase visitors / the number of coming-to-the-store visitors, according to predetermined conditions based on the number of purchase visitors memorized by the number of coming-to-the-store visitors per [which was memorized by result storage] unit time amount, and said number storage section of purchase visitors

[Claim 12] Equipment according to claim 8 characterized by providing the following a person — counting — counting obtained by means — a result or said counting — counting of time of day of the past accumulated in a result storage means — counting which displays by processing a result if needed — a result display means having — said counting — the number storage section of employees which memorizes the number of employees to which a result display means is working at each time of day counting — the average reception numeral section which totals and displays the number of reception per employee, i.e., the number of coming-to-the-store visitors / the number of employees, according to predetermined conditions based on the number of employees memorized by the number of coming-to-the-store visitors per unit time amount and the number storage section of employees which were memorized by result storage means

[Claim 13] a person — counting — counting obtained by means — a result or said counting — counting of time of day of the past accumulated in a result storage means — a result counting which displays by processing it if needed — a result display means having — said counting — a

result display means The number storage section of the registers used which memorizes the number of registers currently used for each time of day is compared with the number of registers memorized by the number of optimal registers and the number storage of the registers used which are presumed from the customer number on a par with a register. Equipment according to claim 8 which has the number KONSARUTO section of registers which totals and indicates whether the number of registers currently used for every time of day has exceeded a required number, or be less according to predetermined conditions.

[Claim 14] a person — counting — counting obtained by means — a result or said counting — counting of time of day of the past accumulated in a result storage means — a result counting which displays by processing it if needed — a result display means having — said counting — a result display means The employee storage section in a counter which memorizes the number of employees arranged at each time of day at the above-mentioned counter, The number of employees memorized by the number of optimal employees presumed from the customer number in a specific counter and the number storage of employees is compared. Equipment according to claim 8 which has the number ~~KONSARUTO~~^{consult} section of the employees in a counter which totals and indicates whether the number of employees arranged for every time of day has exceeded a required number, or be less according to predetermined conditions.

[Claim 15] a person — counting — counting obtained by means — a result or said counting — counting of time of day of the past accumulated in a result storage means — a result counting which displays by processing it if needed — a result display means having — said counting — a result display means A customer to whom each lift or an attraction facility is located in a line with the unit time amount processing number storage section which memorizes the number sold to per unit time amount, a lift, or an attraction facility, From the number sold to per unit time amount, each lift or an attraction facility memorized by the number and the unit time amount processing number storage section which were recorded Equipment according to claim 8 with which a customer has a latency-time display which displays the latency time which computed the number which a facility sells to the latency time over service of the facility concerned, i.e., a customer's number / unit time-amount located in a line, and was computed to a bulletin board formed in an every place point of play-facilities inside and outside in image pick-up time of day.

[Claim 16] Image acquisition processing which incorporates an image frame photoed with a camera which photos a field where many persons exist or move, and creates an image in which an image processing is possible A configuration which holds a person geometric model and agrees in a person geometric model from an image in which said image processing is possible It is the record medium with which a person detection program equipped with the above is recorded. Image characteristic quantity is detected about each point of an image side acquired by image acquisition processing. Characteristic quantity calculation processing which detected image characteristic quantity is made to correspond with a coordinate of an image side, and outputs it is performed. A predetermined operation is performed to a value of an image characteristic quantity set with which each characteristic quantity detector of a characteristic quantity detector set becomes with 1 set of image characteristic quantity detected in said relative position. A degree to which an image characteristic quantity set has agreed with a person geometric model proper is evaluated. An evaluation value is generated corresponding to a location on an image side of a characteristic quantity detector set. Evaluation value data processing which generates an evaluation value image showing an evaluation value corresponding to each coordinate of an image side is performed. As opposed to an evaluation value image computed by evaluation value data processing about a pixel of each coordinate of an image side It is characterized by describing a procedure for performing the maximum point retrieval processing which searches for the evaluation value maximum point that an evaluation value corresponding to a coordinate of the pixel concerned serves as max in a nearby field, and outputs a coordinate of the acquired evaluation value maximum point as a point that a person exists.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the image-processing method and equipment which detect an everybody object and perform counting and a congestion factor display about the image-processing method and equipment which detect the person in an image from the image with which the person of a large number obtained especially [in a store or a public facility etc.] was picturized.

[0002]

[Description of the Prior Art] the case where a person field is detected from the image with which two or more persons were picturized — the former — a background — difference and inter-frame — various approaches, such as a pattern exposure of difference, edge detection, optical flow calculation, infrared spot light, etc. and use of the depth map by the stereo method, are taken. Or the technique of having used together the energy model which used an edge like Snake for characteristic quantity, use of beige detection color matching information or the image analysis between space-time, etc. is also studied.

[0003] moreover, the equipment which detects the person picturized by the photographic film to JP,9-281605,A using beige detection processing, and determines the number of extra copy sheets as it automatically according to the number of persons which carried out counting as an example which carries out counting of two or more person object in an image using such technology is indicated. moreover, counting [JP,8-123935,A] of the plurality [inside / of an image] as another example — Rhine — preparing — a background — by connecting the image obtained by performing difference in the direction of time amount, the image between space-time is created and the method of judging the passage direction from the animal object field in the image between space-time is indicated.

[0004] furthermore — as the example which measures a person's density — JP,1-244598,A — a background — when difference extracts a person image and the bias of unnatural distribution and the condition of unwilling density are extracted, the technique of emitting an alarm is indicated.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by the technique shown above, concealment between the fields generated among two or more persons cannot be coped with, but since it is difficult to distinguish and detect the person picturized adjacently, the application to the image with which many persons were picturized has the problem of being difficult.

[0006] for example, a background — in the case of difference, since two or more persons who overlap in an image are started as one field, an everybody object is undetectable according to an individual. In being the system by which counting is called for, it performs processing which presumes the near number by usually breaking the area of the extracted field by per capita area. However, in the conventional background finite difference method, the area which overlaps both the persons in an image, the magnitude of an everybody object, etc. were difficult for counting with it. [a large fluctuation factor and] [exact]

[0007] Moreover, under the circumstances which picturize many persons, the sense to the target camera, and a posture and magnitude were various, and since the configuration change in a dynamic image was large even if it was the same person, application of a geometric model was also difficult.

[0008] Person detection and counting in the image with which, as for the purpose of this invention, many persons were picturized, Congestion factor measurement can be performed also in the condition that the difference in the configuration for every each set elephant or magnitude or concealment between objects exists. and the small art and the equipment of constraint of image pick-up conditions — providing — further — this art and equipment — using — continuous — a person — it is realizing the equipment which performs counting and congestion factor measurement and provides origin with various data utility for the obtained accumulation result.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, a person detection method of this invention To a relative position corresponding to a location of two or more points of having been beforehand set up on a person geometric model of a configuration based on a person outline Arrange a characteristic quantity detector which detects characteristic quantity of a person who is going to detect, and a characteristic quantity detector set is constituted. A characteristic quantity detector set is put on each location corresponding to each coordinate set as an image side. Image characteristic quantity detected based on a value of image characteristic quantity which detected image characteristic quantity of said acquired image, and a characteristic quantity detector which constitutes a characteristic quantity detector set in said each location detected is in predetermined tolerance. A predetermined operation for judging that it is the characteristic quantity of an image which has a configuration corresponding to said person geometric model is performed. When it is shown that it is the characteristic quantity of an image with which the result of an operation has a configuration with which said detected image characteristic quantity agrees in said person geometric model, it is presumed that a portrait image exists in the location concerned.

[0010] In each location of a characteristic quantity detector set, the aforementioned predetermined operation calculates a product of characteristic quantity which each characteristic quantity detector detected, and includes processing which judges the product to be a portrait image [in / for the image concerned / the location concerned] when a value of the product exceeds the predetermined threshold concerned as compared with a predetermined threshold.

[0011] As one embodiment of the aforementioned predetermined operation, this predetermined operation Match with a coordinate of an image side corresponding to a location of the characteristic quantity detector set concerned by making into an evaluation value a product of characteristic quantity which each characteristic quantity detector detected, and an evaluation value image is generated. A partial field centering on each pixel in an evaluation value image is set up, it searches for the maximum point that an evaluation value becomes the maximum in a partial field, and processing which makes a pixel which exists at the center of a partial field that the maximum point that an evaluation value exceeds a predetermined threshold among the maximum point exists a point that a person exists is included.

[0012] An operation of a product of characteristic quantity which said each characteristic quantity detector detected is performed by performing processing which calculates a product of displacement characteristic quantity corresponding to each characteristic quantity detector about each coordinate of an image side. However, each characteristic quantity detector arranged in a relative position corresponding to a location of two or more points of having been beforehand set up on a person geometric model It is defined as a characteristic quantity detector corresponding to a point of having been beforehand set up on the person geometric model concerned. A displacement vector from a location of two or more of said points on said person geometric model set up beforehand to an origin/datum set as a person geometric model at arbitration It is defined as a vector. characteristic quantity of a characteristic quantity detector corresponding to two or more points concerned — displacement — From a location where the characteristic quantity was detected, characteristic quantity which each characteristic quantity detector detected is matched with a coordinate of a location which displaced only a characteristic quantity displacement vector, and is defined as displacement characteristic quantity in the coordinate concerned corresponding to the characteristic quantity detector concerned.

[0013] Image acquisition equipment which person detection equipment of this invention incorporates an image frame photoed with a camera which photos a field where many persons exist or move, and

creates an image in which an image processing is possible, Hold a person geometric model, extract an image which has a configuration corresponding to a person geometric model from an image in which said image processing is possible, and each extracted image as a person currently pictured all over an image side It has person detection equipment which outputs a coordinate on an image plane of a point of representing a location where an extracted everybody object exists.

[0014] Person detection equipment is equipped with a characteristic quantity detector set which becomes with 1 set of characteristic quantity detectors arranged in a relative position corresponding to a location of two or more points of having been beforehand set up on a person geometric model. With said characteristic quantity detector set In a relative position corresponding to each location on a person geometric model The characteristic quantity calculation section which detects image characteristic quantity, and detected image characteristic quantity is made to correspond with a coordinate of an image side, and outputs it about each point of an image side acquired by image acquisition equipment, A predetermined operation is performed to a value of an image characteristic quantity set with which each characteristic quantity detector of a characteristic quantity detector set becomes with 1 set of image characteristic quantity detected in said relative position. A degree to which an image characteristic quantity set has agreed with a person geometric model proper is evaluated. Evaluation value operation part which generates an evaluation value corresponding to a location on an image side of a characteristic quantity detector set, and generates an evaluation value image showing an evaluation value corresponding to each coordinate of an image side, As opposed to an evaluation value image computed by evaluation value operation part about a pixel of each coordinate of an image side It has the maximum point retrieval section which searches for the evaluation value maximum point that an evaluation value corresponding to a coordinate of the pixel concerned serves as max in a nearby field, and outputs a coordinate of the acquired evaluation value maximum point as a point that a person exists.

[0015] The characteristic quantity calculation section is equipped with an operator set which becomes by 1 set of edge detection operators as a characteristic quantity detector set. With this operator set In a relative position corresponding to two or more locations which can be set on an outline of a person geometric model An image outline is detected about each point of an image side acquired by image acquisition means, and a detection value of a detected image outline is made to correspond with a coordinate of an image side, and is outputted. Evaluation value operation part As a predetermined operation to a value of said image characteristic quantity set, about each coordinate of an image side A product of displacement characteristic quantity about an edge detection value which each edge detection operator detected is calculated. The maximum point retrieval section A partial field centering on each pixel in an evaluation value image obtained by evaluation value operation part is set up, it searches for the maximum point that an evaluation value serves as the maximum in a partial field, and a location of a pixel which exists at the center of a partial field that the maximum point that an evaluation value exceeds a predetermined threshold exists is outputted as a location of a point that a person exists.

[0016] About a function of the aforementioned evaluation value operation part, from a location of two or more points of having been beforehand set up on a person geometric model It is defined as a vector. displacement to an origin/datum set as a person geometric model at arbitration — characteristic quantity of an edge detection operator who is in a relative position corresponding to a location of two or more points concerned about a vector — displacement — From a location where the edge detection value was detected, an edge detection value which each edge detection operator detected is matched with a coordinate of a location which displaced only a characteristic quantity displacement vector, and is defined as displacement characteristic quantity in the coordinate concerned corresponding to the edge detection operator concerned.

[0017] Evaluation value operation part has an edge detection operator with small detection edge width of face, and an edge detection operator with large detection edge width of face as a characteristic quantity detector. Each edge detection operator It is the gap escape operator who extended field width of face of the central gap section which does not have weight in a degree which outputs a detection value stabilized even if a configuration of a portrait image had a very small change, and an edge detection operator is stationed in a relative position corresponding to a part of a person with little configuration change that it is hard to generate concealment.

[0018] Person detection equipment of this invention has a person counter which carries out counting of the person who exists in a field currently further photoed based on a detection result obtained by person detection equipment. A value of a parameter required in order that a person counter may presume a location in a person's real space, Or a look-up table which indicated a pixel and a person's spatial position is memorized. The storage section corresponding to an image and a location which performs a calibration by initial setting in advance, takes correspondence with each pixel in an image, and a spatial position before measuring, and memorizes this correspondence beforehand, A person location detecting element which considers that a point that a person whom a person detection means outputs exists is the location of the head of a portrait image in an image, and presumes a location in a person's space based on information on the storage 42 corresponding to an image and a location, Based on a person location detected by person location detecting element, the number in a very small field is measured and it has the person densitometry section which computes person density.

[0019] An object point location arranged to five predetermined spatial positions as one of the aforementioned calibrations, Relation with a location on an image plane with the image point which picturizes this object point and is obtained Five equations describe by making two angles (an elevation angle and azimuth) showing a global coordinate of a camera location, and a posture of a camera into a parameter, and it is carried out by calculating two angles which express a global coordinate of probable camera location, and a posture of a camera with the least square method.

[0020] counting which person detection equipment of this invention relates person density by which counting was carried out with a person counter with time of day which picturized an image, and is recorded serially — it can have result storage.

[0021] counting from which person detection equipment of this invention was obtained by person counter — a result or counting — counting of time of day of the past stored in result storage — a result counting which displays by processing it if needed — result display having — counting — a result display The number storage section of purchase visitors which memorizes the number of purchase visitors-per unit time amount over all business hours based on recorded data, counting — based on the number of purchase visitors memorized by the number of coming-to-the-store visitors per [which was memorized by result storage] unit time amount, and said number storage section of purchase visitors, it can have a rate display of purchase which totals a rate of purchase, i.e., the number of purchase visitors / the number of coming-to-the-store visitors, according to predetermined conditions. counting of this invention — as other embodiments of a result display — counting — a result display It is based on the number of employees memorized by the number of coming-to-the-store visitors per unit time amount and the number storage section of employees which were memorized by result storage means. the number storage section of employees which memorizes the number of employees which is working at each time of day, and counting — It can have the average reception numeral section which totals and displays the number of reception per employee, i.e., the number of coming-to-the-store visitors / the number of employees, according to predetermined conditions.

[0022] counting of this invention — as other embodiments of a result display — counting — a result display The number storage section of the registers used which memorizes the number of registers currently used for each time of day is compared with the number of registers memorized by the number of optimal registers and the number storage of the registers used which are presumed from the customer number on a par with a register. It can have the number KONSARUTO section of registers which totals and indicates whether the number of registers currently used for every time of day has exceeded a required number, or be less according to predetermined conditions.

[0023] counting of this invention — as other embodiments of a result display — counting — a result display The employee storage section in a counter which memorizes the number of employees arranged at each time of day at the above-mentioned counter, The number of employees memorized by the number of optimal employees presumed from the customer number in a specific counter and the number storage of employees is compared. It can have the number KONSARUTO section of the employees in a counter which totals and indicates whether the number of employees arranged for every time of day has exceeded a required number, or be less according to predetermined

conditions.

[0024] counting of this invention — as the embodiment of further others of a result display — counting — a result display A customer to whom each lift or an attraction facility is located in a line with the unit time amount processing number storage section which memorizes the number sold to per unit time amount, a lift, or an attraction facility, From the number sold to per unit time amount, each lift or an attraction facility memorized by the number and the unit time amount processing number storage section which were recorded In image pick-up time of day, a customer can compute the latency time (number which a facility sells to the number / unit time amount of a customer who has stood in a line) over service of the facility concerned, and can have a latency-time display which displays the latency time computed to a bulletin board formed in an every place point of play-facilities inside and outside.

[0025]

[Function] Although the characteristic quantity detector which constitutes a characteristic quantity detector set generates a characteristic quantity image, respectively, each characteristic quantity detector generates a characteristic quantity image in the location where only the relative position of these characteristic quantity detector shifted. therefore, the image side corresponding to [when each characteristic quantity detector generates a characteristic quantity image to a separate image side] each characteristic quantity detector — the relative displacement and hard flow of a characteristic quantity detector — a parallel displacement — carrying out — piling up (it compounding) — the same portion of the characteristic quantity image of each image side laps. However, even if it carries out above-mentioned parallel displacement and synthetic processing, the portion (it is hereafter described as a different characteristic quantity image portion) from which the characteristic quantity image with which each image sides differ, or the same characteristic quantity image differs will not lap, if those characteristic quantity image portions are not in a special relative position with which it laps by the parallel displacement and synthetic processing. If it puts in another way, a characteristic quantity image portion with the same relative configuration as the relative configuration of a characteristic quantity detector, i.e., the characteristic quantity image corresponding to a person geometric model, will lap with coincidence by the parallel displacement and synthetic processing. This invention extracts only the characteristic quantity image of a portrait image from a characteristic quantity image side by this principle.

[0026] In this case, the person geometric model to be used is carried out based on the outline edge information on the head of the small person of configuration change, and the upper half of the body that it is comparatively hard to generate concealment, and is set up in the average magnitude of the person in an image. Moreover, since a large-sized gap escape mold edge detection operator is made for a small gap escape mold edge detection operator to correspond to an upper-half-of-the-body outline with a large configuration as a characteristic quantity detector in the head where a configuration is small, the person of various configurations is certainly detectable.

[0027] By processing using the above means, it is possible to detect two or more person locations which exist in the field of view of a camera, and to perform counting. Moreover, since there is little constraint to photography conditions, such as migration of a camera and lighting, the flexible system configuration using an existing surveillance camera and an existing portable camera is possible, and various technical expansions are possible.

[0028]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of operation of this invention is explained to details with reference to a drawing. Drawing 1 is the whole block diagram showing the configuration of the person detection equipment for enforcing the person detection method of this invention. the person detection equipment of this invention — fundamental — a camera 1, image acquisition equipment 2, person detection equipment 3, the person counter 4, and counting — the result storage 5 and counting — it has the result display 6.

[0029] A camera 1 is installed above the object space where many persons exist, and photos the image which changes a single camera or two or more cameras, and contains a person group. The image frame photoed with the camera 1 is changed if needed, and it incorporates with a predetermined time interval, and discretization etc. processes common knowledge and, as for image acquisition equipment 2, obtains the static image in which an image processing is possible.

[0030] Person detection equipment 3 outputs the coordinate of the point (it describes as a representation point hereafter) of representing the field where the person concerned exists as a person who holds a person's outline geometric model, extracts the image which has the configuration which is in predetermined tolerance and agrees in this outline geometric model from the image captured by image acquisition equipment 2, and is picturized in the image in each extracted image on an image plane.

[0031] The person counter 4 carries out counting of the number of persons which exists in the field of view in an image from the person detection result obtained by person detection equipment 3. counting — the number of persons by which counting was carried out with the person counter 4 is related with the time of day which picturized the image, and the result storage 5 records it serially. counting — the person in the image to which counting of the result display 6 was carried out with the person counter 4 — counting — a result or said counting — the person in the time of day of the past accumulated in the result storage 5 — counting — it displays by processing a result if needed.

[0032] Next, actuation of this operation gestalt is explained. Drawing 2 is a flow chart which shows the manipulation routine in this operation gestalt. The image frame containing the person group of a large number in the object space photoed with the camera 1 is changed if needed by image acquisition equipment 2, is dispersed with a predetermined time interval, and is incorporated in equipment as a static image which can be processed (step A1). Person detection equipment 3 performs processing which detects the everybody object contained in an image to this image (step A2). Counting of the coordinate train which shows the person field obtained by person detection equipment 3 by processing of step A2 is carried out by the person counter 4 (step A3). counting — as the number of presumed persons with which the result is picturized by the image — counting — in the result storage 5, it is related with the time of day when the image was picturized, and memorizes — having (step A4) — counting — it is outputted to the result display 6.

[0033] the person by whom counting was done with the person counter 4 — counting — a result and counting — the person in the time of day of the past accumulated in the result storage 5 — counting — a result — counting — counting [on the result display 6 and as opposed to / corresponding to necessity / corresponding to a demand of an operator / time amount] — it is displayed after various processings, such as a superposition display in a result graph or an acquisition image, are performed (step A5, A6).

[0034] Processing is ended, when there will not be a repeat (Y of branching A7) and an image input about processing similarly to the image which returns to step A1 and then is obtained if the input image is given further after the above processing is completed (N of branching A7).

[0035] Next, 1 operation gestalt of the person detecting element 3 of drawing 1 is explained. Drawing 3 is the block diagram showing the configuration of one example of the person detecting element 3. The person detection equipment of this example is equipped with the characteristic quantity calculation section 301, the evaluation value operation part 302, and the maximum point retrieval section 303.

[0036] About each point in the image obtained by image acquisition equipment 2, the characteristic quantity calculation section 301 extracts image characteristic quantity of a predetermined number (the number of classes required for person detection), makes each image characteristic quantity correspond with the coordinate in an image, and outputs it.

[0037] The characteristic quantity calculation section 301 held, the model, i.e., the person geometric model, of the configuration based on a person outline, and equips two or more points of having been beforehand set up on the person geometric model with 1 set of characteristic quantity detectors arranged in piles, respectively. Hereafter, 1 set of these characteristic quantity detectors are described as a characteristic quantity detector set. Therefore, it is synonymous with putting a characteristic quantity detector set on the location concerned to put a person geometric model on a location with an image frame. When discriminating the outline of a portrait image from the outline of other images so that the below-mentioned example may explain, a characteristic quantity detector set is constituted by the characteristic quantity detector (for example, edge detection operator) which has been arranged in two or more locations of the outline of a person geometric model and which identifies an outline. Moreover, for example, like a schoolboy, when discriminating

the image of the person wearing a yellow hat from other images, the characteristic quantity detector which detects yellow in the predetermined location of the head of a person geometric model other than two or more characteristic quantity detectors which identify an outline is arranged. Thus, the characteristic quantity detector which constitutes a characteristic quantity detector set is set as the location where the characteristic quantity detectors of a different class according to the feature of the person who is going to extract differ.

[0038] When putting this person geometric model (characteristic quantity detector set arranged to the person geometric model in detail) on each location of the image field which is going to detect the person of a static-image frame to be examined and extracting a portrait image, each characteristic quantity detector which constitutes a characteristic quantity detector set detects person characteristic quantity and other background-image characteristic quantity in the relative position corresponding to each part on a person geometric model. Each characteristic quantity detector of a characteristic quantity detector set evaluates the degree which performed the predetermined operation to the value of 1 set of image characteristic quantity (it is hereafter described as an image characteristic quantity set) detected while maintaining each relative position, and has agreed as proper [an image characteristic quantity set] as a person geometric model, and the evaluation value operation part 302 generates the evaluation value corresponding to the current position on an image frame of a person geometric model. the above — " — proper — " — a characteristic quantity detector — " — the inside of detection tolerance — it is — " — ** — it is the semantics to say. Moreover, "the location on an image frame of a person geometric model" is the coordinate on the image frame concerned of the representation point set as the arbitration of a person geometric model. Thus, the evaluation value operation part 302 generates the evaluation value image showing the evaluation value corresponding to each coordinate of an image frame.

[0039] To the evaluation value image computed by the evaluation value operation part 302, the maximum point retrieval section 303 searches for the evaluation value maximum point that the evaluation value corresponding to the coordinate of the pixel concerned serves as max in a nearby field about each pixel of an image frame, and outputs the coordinate of the acquired evaluation value maximum point as a point that a person exists.

[0040] There are various embodiments in the technique as which the evaluation value operation part 302 estimates whether they are whether the person geometric model has agreed proper in the portrait image, and no. As one embodiment, there is the technique of making an image frame top scan about a person geometric model. In this case, if all the values of the characteristic quantity set in which each characteristic quantity detector of a characteristic quantity detector set carried out "it is coincidence mostly" detection are beyond predetermined thresholds, it will be judged as the person geometric model having agreed proper in the portrait image. It is the semantics that it is simultaneous with "being coincidence mostly" here within the time amount width of face which carried out division process of the aforementioned detection tolerance with the scan speed.

Moreover, there is also the method of making carry out displacement of the characteristic quantity image which each of the characteristic quantity detector which constitutes a characteristic quantity detector set generates like the technique used in the example mentioned later by the displacement vector (characteristic quantity displacement vector) corresponding to the relative position between the characteristic quantity detectors concerned, and compounding it.

[0041] Next, person detection processing (step A2 of drawing 2) is explained with reference to the flow chart of drawing 4 . As for the captured image, in the characteristic quantity calculation section 301, the characteristic quantity about each point is computed first (step B1). Next, in the evaluation value operation part 302, a person geometric model is put on each location on an image frame to the obtained characteristic quantity image. From the set of the characteristic quantity obtained in two or more points beforehand set up on the person geometric model, the characteristic quantity evaluation value in said each location is computed, a characteristic quantity evaluation value is matched with the coordinate on the image frame corresponding to the location concerned, and it outputs as a characteristic quantity evaluation value image. (step B-2) .

[0042] Processing from which the obtained evaluation value image extracts the point that the person in an image exists, in the maximum point retrieval section 303 is performed. The partial field centering on each pixel in an image is set up, and, specifically, it is searched for the maximum point

that an evaluation value becomes max in the partial field concerned (step B3). The coordinate of the center of a partial field that the maximum point was acquired is outputted as a point that a person exists (step B4).

[0043] Drawing 5 is the block diagram of one example of the person detection equipment of drawing 3. The person detection equipment of this example is equipped with the image differential section 31, the evaluation value image composition section 32, and the maximum point retrieval section 33. The person detection equipment of this example is constituted for the characteristic quantity detector set by 1 set of edge detection operators fixed to two or more points of having been beforehand set up on the outline of a person geometric model, respectively, using an edge detection operator as a characteristic quantity detector of the person detecting element of drawing 3. The image differential section 31, the evaluation value image composition section 32, and the maximum point retrieval section 33 are the examples of the characteristic quantity calculation section 301 of drawing 3, the evaluation value operation part 302, and the maximum point retrieval section 303, respectively.

[0044] The image differential section 31 is equipped with 1 set of edge detection operators constituted by maintaining the relative position corresponding to the predetermined location on the outline of a person geometric model (the following description describes an operator set 1 set of these edge detection operators). The operator set is constituted in this example, using the edge detection operator who detects the edge of x directions and the direction of y two sorts of size. Among these, a large-sized edge detection operator is stationed in comparison like the outline of the upper part of the body in the location corresponding to a portion large a form and flat, and a small edge detection operator is stationed like the outline of a head in the location corresponding to a portion with a small form and comparatively large curvature. Each edge detection operator is applied to the portrait image and background image which were obtained by said image acquisition section 2, and creates the differential image of these images.

[0045] Although the edge detection operator who constitutes an operator set generates a differential image, respectively, each edge detection operator generates the differential image of the same image in the location where only these edge detection operator's relative position shifted. therefore, the screen corresponding to [when each edge detection operator generates a differential image on a separate screen] each edge detection operator — an edge detection operator's relative displacement and hard flow — a parallel displacement — carrying out — piling up (it compounding) — the same portion of the differential image of each screen laps. However, even if it carries out above-mentioned parallel displacement and synthetic processing, the portion (it is hereafter described as a different edge portion) from which the differential image with which each screens differ, or the same differential image differs will not lap, if those edge portions are not in a special relative position with which it laps by the parallel displacement and synthetic processing. If it puts in another way, an edge portion with the same relative configuration as an edge detection operator's relative configuration, i.e., the image corresponding to a person geometric model, will lap with coincidence by the parallel displacement and synthetic processing. This example extracts only the differential image of a portrait image from a differential image side by this principle.

[0046] The evaluation value image composition section 32 the differential image corresponding to each edge detection operator obtained by said image differential section 31 Carry out the parallel displacement only of the vector and it sets on each coordinate in each differential image side. an edge detection operator's displacement to the origin/datum set up on the person geometric model side at arbitration — the inverse vector of a vector, i.e., characteristic quantity, — displacement — An evaluation value image is created as an evaluation value [in / for the product of the edge value (displacement characteristic quantity) of the differential image by which the parallel displacement was carried out / the coordinate]. The maximum point retrieval section 33 outputs the location of the pixel which exists at the center of a partial field that the maximum point which sets up the partial field centering on each pixel in the evaluation value image obtained by the evaluation value image composition section 32, and searches for the maximum point that an evaluation value serves as max in a partial field, among those exceeds a predetermined threshold exists as a location of the point that a person exists.

[0047] Drawing 6 is drawing showing the edge detection operator used by this example. This

operator is an edge detection operator currently indicated by Japanese Patent Application No. 11-152381. As compared with the conventional Sobel operator, the width of face of a gap field without weight of the center of an operator is extended, and an operator's magnitude is also larger than a several pixel x number pixel and the conventional thing as shown in drawing 6. Since an image changes with sense to a camera even if a configuration changes with persons and it is the same person, the reason for having extended the width of face of a gap field without central weight is for giving permission width of face in the location and direction of an edge which an operator detects, and detecting neither configuration change of such a person nor change of the image by the sense to a camera.

[0048] Every two sorts of size and a total of four sorts are prepared for such an edge detection operator about each of x directions and the direction of y. These operators are used according to the configuration of the outline of an image so that it may be later mentioned with reference to drawing 7. The differential image which makes the differential value in each coordinate a pixel value is created by applying the operator set constituted by this edge detection operator to each location of the whole image obtained by the image acquisition equipment 1 of drawing 1.

[0049] Drawing 7 is drawing showing the person geometric model of this example, and arrangement of an edge detection operator. The small operator who detects the edge of the direction of y at the point A equivalent to the parietal region of the person outline shown in drawing 7 is stationed, and the small operator who detects the edge of x directions at the points B and C equivalent to head right and left, respectively is stationed. The large-sized operator who detects the edge of x directions, respectively is stationed at the points D and E equivalent to idiosoma right and left. Thus, like a head, for an outline with a small form, a small operator is stationed and the large-sized operator who detects a wide range straight line outline is stationed like the outline of idiosoma at the portion in which a form has a flat large outline comparatively. Five operators stationed like drawing 7 maintain this relative position, and operate as an operator set.

[0050] Next, the person detection processing in this example is explained. Drawing 8 is a flow chart which shows the flow of person detection processing of this example. Differential processing is performed by the edge detection operator of x directions and the direction of y from whom the image captured by image acquisition equipment 2 (refer to drawing 1) constitutes [in / first / the image differential section 31 (refer to drawing 5)] an operator set (step C1). Next, the differential image (the example of drawing 7 differential image of five sheets) created by each edge detection operator is set in the evaluation value image composition section 32, and the parallel displacement and composition of it are done according to the person geometric model beforehand set up according to a person's configuration and magnitude in an image as shown in drawing 7.

[0051] The differential image got by the small operator who detects the edge of the direction of y at the point A which is specifically equivalent to the parietal region of the person outline first shown in drawing 7 is made to correspond. The differential image got by the small operator who detects the edge of x directions at the points B and C equivalent to head right and left, respectively is made to correspond, and the differential image got by the large-sized operator who detects the edge of x directions at the points D and E equivalent to idiosoma right and left, respectively is made to correspond, respectively.

[0052] Next, the parallel displacement of each differential image corresponding to each point is carried out using the displacement vector which goes to Origin/datum O from each point in the above-mentioned model (step C2). In the example of drawing 7, the differential image by the small operator of the direction of y corresponding to the parietal region A displaces only the vector which goes to the head central point O used as an origin/datum. That is, a parallel displacement is carried out to an image lower part (this parallel displacement is calculated by coordinate transformation).

[0053] Furthermore, each differential image which carried out the parallel displacement is piled up, the product of the pixel value (displacement characteristic quantity) of the pixel which exists in the same coordinate about all the coordinates in each image is computed, and an evaluation value image is compounded as a pixel value [in / for the product / the coordinate concerned] (step C3).

[0054] Thus, processing from which the evaluation value image obtained by the evaluation value image composition section 32 extracts the point that the person in an image exists, in the maximum point retrieval section 33 is performed. The partial field centering on each pixel in an image is set

up, and, specifically, it is searched for the maximum point that the evaluation value in the pixel concerned serves as max, in the partial field concerned (step C4). Among those, the coordinate of the pixel of the center of a partial field with the evaluation value exceeding a predetermined threshold is outputted as a point that a person exists (step C5).

[0055] drawing 9 — the person counter 4 of drawing 1, and counting — the result storage 5 and counting — it is a conceptual diagram for explaining the example of the result display 6.

[0056] the field in which the location and sense of a camera serve as a candidate for a monitor into the image acquired with a camera as are first shown under the environment fixed completely by this example at drawing 9 — one — or more than one are set up. And it judges whether the location of a person's head obtained with the person detection equipment 3 of drawing 1 is in each observation field, and the number is outputted according to each observation field.

[0057] Assembly $U = \{u_i \text{ of a pixel considered to be the center position of a person's head which is the person counter 4 and was obtained with said person detection equipment 3 as processing, and } v_i | i \text{ integer}\}$ from 0 to the total number -1 Everybody object observation field $V_j = \{(u, v) | t_{bj} \leq u \leq t_{tj}, t_{lj} \leq v \leq t_{rj}\}$ (the integer from 0 to the person observation field total -1 , and t_{bj} , t_{tj} , t_{lj} and t_{rj}) Respectively, it judges whether close is in the j -th coordinate threshold of down [of a field], above, the left, and the right, and the number is outputted according to each field about what is in close. The person counter 4 carries out counting of the number of persons in each set-up field from the detection result obtained by said person detection equipment 3.

[0058] counting — the result storage 5 is related with the time of day which picturized the image, and is serially recorded according to each field set up in the number of persons by which counting was carried out with the person counter 4. counting — the person in the image to which counting of the result display 6 was carried out with the person counter 4 — counting — a result or counting — the person in the time of day of the past accumulated in the result storage 5 — counting — it displays by processing a result according to each set-up field if needed.

[0059] By this example, about the large-sized facility which a lot of people, such as a concert hall, a ball game facility, and an art gallery, use, the circumferences, such as each entrance or a display object, are beforehand set up as a processing-object field, counting, such as those who appreciate each display object in those who gather around an entrance, those who have ranked with the bus stop, or an art gallery, becomes possible, and usefulness can be raised.

[0060] Drawing 10 is the block diagram of one example of the person counter 4 of drawing 1. The person counter 4 (refer to drawing 1) of this example is equipped with the person location detecting element 41, the storage section 42 corresponding to an image and a location, and the person densitometry section 43. Before the storage section 42 corresponding to an image and a location measures with person location detection equipment 41 by memorizing the look-up table which indicated the value of a parameter required to presume the location in a person's real space, or the spatial position of a pixel and a person, it performs a calibration (proofreading) by initial setting in advance, takes correspondence with each pixel in an image, and a spatial position, and it memorizes it beforehand.

[0061] The person location detecting element 41 considers as it is that the output of person detection equipment 3 (refer to drawing 1) is the location of the head in an image, and presumes the location in a person's space based on the information on the storage 42 corresponding to an image and a location. The person densitometry section 43 measures the number in a very small field based on the person location detected by the person location detecting element 41. counting — the person density measured by the person densitometry section 43 is related with the time of day which picturized the image, and the result storage 5 (refer to drawing 1) records it serially. counting — the person density in the image by which the result display 6 (refer to drawing 1) was measured with the person counter 4, or counting — the person density in the time of day of the past accumulated in the result storage section 5 is processed and displayed if needed.

[0062] Hereafter, the calibration method which the storage section 42 corresponding to an image and a location performs is described. First, in the preparation phase of a calibration, it asks for the internal parameter (a focal distance f , the distance d_h between horizontal pixels, the distance d_v between perpendicular direction pixels, an image center (u_c, v_c) , the number of distortion aberrometers) of a camera beforehand. Although there are various these internal parameter

calculation methods What is called the technique of Tsai is the general-purpose. It is (reference:). [Roger Y. Tsai,] ["An] Efficient and Accurate Camera Calibration Technique for 3D Machine Vision", Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Miami Beach, floor line 1986.

[0063] Next, the camera location and posture in space are presumed as follows on the assumption that these interior parameter is known (the camera location in space and the thing of a posture will be hereafter called an external parameter). Model drawing of the space which measures camera arrangement and a person location to drawing 11 is shown. The zero O in the lower right of drawing 11 is a zero of a global coordinate system, and defines a xyz shaft like drawing 11 for convenience. Each point (xi, yi, t) (however, i= 1...5) of drawing 11 decides length beforehand to become the height (from a floor line to about 140-160cm) to which the point of the pole hits the center of an exactly common person's head with the pole stood for the calibration. (Although the thing which the relative position in space understands independently and which set up similarly by five points is also possible, such five points are beforehand set up from a viewpoint which raises precision) As a range which presumes a person location, it considers as the field surrounded by four points (xi, yi, t) (however, i= 1...4) of drawing 11 again. A camera shall have a lens center in (x0, y0, z0) of a global coordinate system, and to the positive direction of the z-axis, further, an optical axis shall have only an angle alpha in the circumference of the y-axis at an inclination and the angular position (posture) which rotated around the z-axis so that an angle beta may be made to a x axis. (uc, vc) — an image center (point that a camera optical axis and an image side cross) — it is (i(ui, vi) = 1...5). — it is the coordinate (coordinate of the image point on an image side) of the pixel which the object point (xi, yi, t) (i= 1..5) was picturized, and was reflected.

[0064] At this time, the global coordinate (Xi, Yi, Zi) of the point on an image side (ui, vi) (i= 1..5) becomes settled as follows. First, [0065]

[Equation 1]

$$u'_i = d_k \cdot \left\{ 1 + \kappa \left((u_i - u_c)^2 + (v_i - v_c)^2 \right) \right\} \cdot (u_i - u_c) \dots \dots \dots (1.1)$$

$$v'_i = d_k \cdot \left\{ 1 + \kappa \left((u_i - u_c)^2 + (v_i - v_c)^2 \right) \right\} \cdot (v_i - v_c) \dots \dots \dots (1.2)$$

[0066] It is [0067] to ui' and vi' which are obtained as be alike.

[Equation 2]

$$\begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 \\ \sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & \sin \alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \alpha & 0 & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u'_i \\ v'_i \\ -f \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos \alpha \cos \beta & -\sin \beta & \sin \alpha \cos \beta \\ \cos \alpha \sin \beta & \cos \beta & \sin \alpha \sin \beta \\ -\sin \beta & 0 & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u'_i \\ v'_i \\ -f \end{pmatrix} \dots \dots \dots (2)$$

[0068] ***** Here, kappa is a distortion aberration coefficient. (Distortion aberration is aberration which an image is distorted to a slack type or is distorted in a spool mold, when a grid-like body is photoed with a camera.) Although ui'=ds (ui-uc) is realized in the camera model of the usual transparent-transformation, since distortion aberration exists in the case of a common camera, a transparent transformation model is not necessarily realized. A formula (1.1) is a formula for amending it.

[0069] it obtains from a formula (2) — having (Xi, Yi, Zi) — the following straight line [0070]

[Equation 3]

$$\frac{x - x_i}{x_0 - x_i} = \frac{y - y_i}{y_0 - y_i} = \frac{z - t}{z_0 - t} \dots \dots \dots (3)$$

[0071] It is upwards. Therefore, a degree type is realized.

[0072]

[Equation 4]

$$(X_i - x_i)(z_0 - t) - (Z_i - t)(x_0 - x_i) = 0 \dots\dots\dots(4.1)$$

$$(Y_i - y_i)(z_0 - t) - (Z_i - t)(y_0 - y_i) = 0 \dots\dots\dots(4.2)$$

[0073] A formula (2) to (X_i, Y_i, Z_i) are a degree type [0074].

[Equation 5]

$$X_i = f_x(x_0, y_0, z_0, u'_i, v'_i, \alpha, \beta)$$

$$Y_i = f_y(x_0, y_0, z_0, u'_i, v'_i, \alpha, \beta)$$

$$Z_i = f_z(x_0, y_0, z_0, u'_i, v'_i, \alpha, \beta)$$

[0075] ** — like — x_0, y_0, z_0, α , and β — and (u'_i, v'_i) ($i = 1, 2..5$), since it is expressed if a formula (2) is substituted for a formula (4.1) and a formula (4.2) — a formula (4.1) and a formula (4.2) — and $(x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta)$ (u'_i, v'_i) it is expressed ($i(x_i, y_i, t) = 1, 2..5$). Among these, ($i(x_i, y_i, t) = 1, 2..5$) it is set up beforehand, and since it is a point, the value is known. Moreover, ($i(u'_i, v'_i) = 1, 2..5$), the value is known by putting a body on a coordinate (x_i, y_i, t) ($i = 1, 2..5$), and picturizing beforehand. Therefore, five kinds of equations (4.1) of an about $(x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta)$ and an equation (4.2) are obtained to five values of i . The probable value of five parameters x_0, y_0, z_0, α , and β can be acquired from these five equations with the least square method.

[0076] With the least square method, in order to presume the location (x_0, y_0, z_0) of a camera, and the probable value of a posture (α, β), the sum of the square of the left part of a formula (4.1) and the square of the left part of a formula (4.2) is taken, and it is set to $S(u'_i, v'_i)$. The probable value of five parameters x_0, y_0, z_0, α , and β is calculated with the least square method which used S . a thing typical about such the non-line type least square method — Marquart — law — it is — William H. Press et Explanation is given to the .505-510 page of translations "new MERIKARU recipe Inn C" (technical Hyoronsha 1993), such as al. work and Haruhiko etc. Okumura, in detail. Since this application and relevance are thin, the contents of the non-line type least square method omit explanation here. x_0, y_0, z_0, α , and β which were obtained by the above are stored in the storage 42 corresponding to an image and a location, and end a calibration.

[0077] Next, processing of person location detection equipment 41 is explained. Suppose that the pixel (u, v) considered to be the center of the head of the person in the inside of an image was detected by person detection equipment 3. this — the time — this — a pixel — a global coordinate system — a coordinate value (x_p, y_p, z_p) — a formula (1.1) — a formula (1.2) — being the same — deformation — having carried out — the following — (u — ' — v — ' —) — receiving — a formula — (u — five —) — like — expressing — having .

[0078]

[Equation 6]

$$u' = d_k \cdot \left\{ 1 + \kappa \left\{ (u - u_c)^2 + ((v - v_c)^2) \right\} \right\} \cdot (u - u_c) \dots\dots\dots(1.3)$$

$$v' = d_k \cdot \left\{ 1 + \kappa \left\{ (u - u_c)^2 + ((v - v_c)^2) \right\} \right\} \cdot (v - v_c) \dots\dots\dots(1.4)$$

[0079]

[Equation 7]

$$\begin{pmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos\beta & -\sin\beta & 0 \\ \sin\beta & \cos\beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\alpha & 0 & \sin\alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\alpha & 0 & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u' \\ v' \\ -f \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos\alpha \cos\beta & -\sin\beta & \sin\alpha \cos\beta \\ \cos\alpha \sin\beta & \cos\beta & \sin\alpha \sin\beta \\ -\sin\beta & 0 & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u' \\ v' \\ -f \end{pmatrix} \dots\dots\dots(5)$$

[0080] When it considers that this person's height is t , the global coordinate (x, y, t) of a person location can be expressed like the degree type (6) which transformed the equation of the straight line of an equation (3).

[0081]

[Equation 8]

$$\frac{x - x_0}{x_p - x_0} = \frac{y - y_0}{y_p - y_0} = \frac{t - z_0}{z_p - z_0} \dots \dots \dots (6)$$

[0082] From this, the global coordinate of a person location is [0083].

[Equation 9]

$$x = \frac{t - z_0}{z_p - z_0} (x_p - x_0) + x_0$$

$$y = \frac{t - z_0}{z_p - z_0} (y_p - y_0) + y_0 \dots \dots \dots (7)$$

[0084] It asks by carrying out. The person location detecting element 41 outputs the coordinate value which carried out in this way and was calculated (x y, t) to the person densitometry section 43.

[0085] Moreover, in order to accelerate processing of the person location detecting element 41, count from (1.3) to (7) is performed in advance about all the pixels in an image, the look-up table is recorded on the storage section 42 corresponding to an image and a location, and there is also a method of receiving having asked with person detection equipment 3 (u, v), and searching for the global coordinate (x y, t) of a person location with reference to a look-up table.

[0086] Next, processing of the person densitometry section 43 is explained. Drawing 12 projects the location in the real space of the everybody object obtained by the person location detecting element 41 on xy plane, and is drawing showing the plotted example. Since the field surrounded by four points (xi, yi, t) (however, i= 1..4) of drawing 11 is beforehand set up as a field which presumes a person's location, seeing, although it is in the field is shown in drawing 12. Drawing 13 divides this field into 36 small fields, and shows how many persons there are according to each field. Although this drawing divides into the field of the almost equal magnitude of 36 pieces and is shown and made into it, it is not necessary to be a rectangle like drawing 13, and the field which can set up freely according to a use and presumes a person's location has also responded to a use, and, as for the number and each area size of a field, can set up area size and a configuration freely. In drawing 13, in order to identify each field, a field 1 - a field 36, and an identifier are given, and each field is defined as Si= {(x y) |xl[i] <=x<=xr[i] yb[i] <=y<=yt [i]} (i is 1 .. integer to 36). Here, xl [i] and xr [i] are the x-coordinates of the left end (left part) of Field i, and a right end (right-hand side), respectively. Similarly, yb [i] and yt [i] are the y-coordinates of the lower limit (lower base) of Field i, and upper limit (raised bottom), respectively. the value in the global coordinate system of an everybody object location -- then (j (xj, yj) is a value from 1 to a person total), suppose that the time (xj, yj) of *(xj, yj) Si exists in Field i. the number of the persons who exist in it about each field by such method -- calculating -- the result -- counting -- it outputs to the result storage 5 (refer to drawing 1).

[0087] the person density result by which counting was carried out with the person counter 4, and counting -- the person in the time of day of the past accumulated in the result storage 5 -- counting -- a result counting -- that the graph which showed the size of density like drawing 14 by the shade of an image, corresponding to a demand of necessity or an operator shows the result display 6 **** (in drawing 14, although the shade is expressed as the slash) It is displayed by performing various processings, such as graph-izing change of the density according to time amount of each smallness field displayed in a color in fact. This example is useful to measurement of the person density in an extensive field like drawing 14, for example, measurement of the confusion condition of a platform etc.

[0088] the next -- counting of drawing 1 -- one example of the result display 6 is explained. drawing 15 -- counting -- it is the block diagram of the 1st example of the result indicating equipment 6. the wide angle camera which can overlook the whole interior of a room of a store in this example -- image acquisition equipment 2 (refer to drawing 1) to an image -- acquiring -- counting -- the result storage 5 records the number of customers which came to the store at the store with image acquisition time of day.

[0089] The number storage section 602 of purchase visitors has memorized the number of purchase visitors per unit time amount over all business hours based on the data recorded on POS etc. the rate display section 601 of purchase — counting of drawing 1 — according to predetermined conditions, such as a time amount exception or a day-of-the-week exception, the rate of purchase (the number of purchase visitors / the number of coming-to-the-store visitors) is totaled based on the number of purchase visitors memorized by the number of coming-to-the-store visitors per [which was memorized by the result storage 5] unit time amount, and said number storage section 602 of purchase visitors.

[0090] drawing 16 — counting — it is the block diagram of the 2nd example of the result indicating equipment 6. the wide angle camera which can overlook the whole interior of a room of a store also in this example — image acquisition equipment 2 (refer to drawing 1) to an image — acquiring — counting — the result storage 5 records the number of customers which came to the store at the store with image acquisition time of day.

[0091] The number storage section 612 of employees memorizes the number of employees which is working at each time of day. the average reception numeral section 611 — counting — according to predetermined conditions, such as a time amount exception or a day-of-the-week exception, the number of reception per employee (the number of coming-to-the-store visitors / the number of employees) is totaled and displayed based on the number of employees memorized by the number of coming-to-the-store visitors and the number storage 612 of employees per [which was memorized by the result storage 5 (refer to drawing 1)] unit time amount.

[0092] drawing 17 — counting — it is the block diagram of the 3rd example of the result indicating equipment 6. the time of photoing the inside of a store and obtaining an image in this operation, — the predetermined register circumference beforehand — as a processing-object field — setting up — the person counter 4 — the person in a respectively predetermined field — counting — carrying out — counting — a person [in / on the result storage 5 and / each field] — counting — a result is recorded with image acquisition time of day as the number of the customer on a par with a register. The number storage section 622 of the registers used memorizes the number of registers currently used for each time of day. The number KONSARUTO section 621 of registers reads the contents memorized by the number storage section 622 of the registers used. The number of registers memorized by the number of optimal registers and the number storage of the registers used which are presumed from the customer number on a par with a register is compared, and it totals and indicates whether the number of registers currently used for every time of day has exceeded the required number, or be less according to predetermined conditions, such as a time amount exception or a day-of-the-week exception.

[0093] drawing 18 — counting — it is the block diagram of the 4th example of the result indicating equipment 6. In this example, a specific counter is beforehand set up as a processing-object field, the inside of a store is photoed, and an image is acquired. the person in a field predetermined in the person counter 4 — counting — carrying out — counting — a person [in / in the result storage 5 / each field] — counting — a result is recorded with image acquisition time of day as the number of the customer who is in a specific counter.

[0094] The employee storage section 632 in a counter memorizes the number of employees arranged at each time of day at the above-mentioned counter. The number KONSARUTO section 631 of the employees in a counter reads the contents of storage of the employee storage section 632 in a counter. The number of employees memorized by the number of optimal employees presumed from the customer number in a specific counter and the number storage of employees is compared, and it totals and indicates whether the number of employees arranged for every time of day has exceeded the required number, or be less according to predetermined conditions, such as a time amount exception or a day-of-the-week exception.

[0095] drawing 19 — counting — it is the block diagram of the 5th example of the result indicating equipment 6. With this operation gestalt, the predetermined circumference of a lift bus stop or the circumference of an entry of an attraction facility is beforehand set up as a processing-object field about the image which photos the inside of play facilities, such as a skiing area or an amusement park, and is obtained.

[0096] The person counter 4 carries out counting of the person in a predetermined field,

respectively. counting — a person [in / in the result storage 5 / each field] — counting — a result is recorded with image acquisition time of day as the number of the customer on a par with a lift or an attraction facility. The unit time amount processing number storage section 642 memorizes the number which each lift or an attraction facility sells to per unit time amount. The latency-time display 641 reads the contents of storage of the unit time amount processing number storage section 642. Each lift or attraction facility memorized by the number and the unit time amount processing number storage section of the customer on a par with a lift or an attraction facility which were recorded from the number sold to per unit time amount In image pick-up time of day, a customer computes the latency time (number which a facility sells to the number / unit time amount of the customer who has stood in a line) over service of the facility concerned, and displays the latency time computed to the bulletin board formed in the every place point of play-facilities inside and outside.

[0097] About the gestalt of each above operation, it can carry out by changing conditions suitably, for example, there is no limit in the number of cameras, an edge detection operator's weight configuration and the width of face of a gap, the configuration of a person model, arrangement, the number of a point to choose, etc.

[0098] Person detection processing by person detection equipment shown above is performed under control of the processor by which this is not illustrated, either according to the person detection program currently recorded on the record medium which is not illustrated.

[0099] Person detection program of this invention Image acquisition processing which incorporates the image frame photoed with the camera which photos the field where many persons exist or move, and creates the image in which an image processing is possible, Hold a person geometric model, extract the image which has a configuration corresponding to a person geometric model from the image in which said image processing is possible, and each extracted image as a person currently picturized all over the image side The person detection processing which outputs the coordinate on an image plane of the point of representing the location where the extracted everybody object exists, the person who does counting of the number of persons which exists in the field of view of an image side from the person detection result obtained by the person detection means — counting — with a means a person — counting — counting which relates the number of persons by which counting was carried out with the time of day which picturized the image, and records it serially with a means — with result storage processing a person — counting — the person in the image side by which counting was carried out with the means — counting — a result or said counting — the person in the time of day of the past accumulated in the result storage means — counting — counting which processes and displays a result if needed — the procedure for performing result display processing is described. This person detection program in order to make a computer perform said person detection processing With the characteristic quantity detector set which becomes with 1 set of characteristic quantity detectors arranged in the relative position corresponding to the location of two or more points of having been beforehand set on the person geometric model as the computer In the relative position corresponding to each location on a person geometric model Image characteristic quantity is detected about each point of the image side acquired by image acquisition processing. Characteristic quantity calculation processing which the detected image characteristic quantity is made to correspond with the coordinate of an image side, and outputs it is performed. A predetermined operation is performed to the value of the image characteristic quantity set with which each characteristic quantity detector of a characteristic quantity detector set becomes with 1 set of image characteristic quantity detected in said relative position. The degree to which the image characteristic quantity set has agreed with the person geometric model proper is evaluated. An evaluation value is generated corresponding to the location on an image side of a characteristic quantity detector set. Evaluation value data processing which generates the evaluation value image showing the evaluation value corresponding to each coordinate of an image side is performed. As opposed to the evaluation value image computed by evaluation value data processing about the pixel of each coordinate of an image side The procedure for performing the maximum point retrieval processing which searches for the evaluation value maximum point that the evaluation value corresponding to the coordinate of the pixel concerned serves as max in a nearby field, and outputs the coordinate of the acquired evaluation value maximum point as a point that a person exists is

described.

[0100]

[Effect of the Invention] The 1st effect is the point which can detect the person in an image, permitting the difference in a very small configuration, and change. The reason is because a high differential output value will be acquired if an outline is in an operator's gap portion even if it changes an outline configuration very small, and a high evaluation value can be acquired as a result by using the edge detection operator who extended the gap.

[0101] The 2nd effect is the point that each people can be separated and detected, even when the candidate person adjoins mutually. The reason is that it is hard to hide even when comparatively crowded with the target person groups, and a characteristic quantity detector can be arranged by the ability using the outline configurations of comparatively few heads of configuration change, and the upper half of the body as a model, and it can perform person detection processing.

[0102] The 3rd effect is the point that improvement in the speed by hardware mounting is easy. Since the reason constitutes person detection equipment focusing on filtering of the whole image, it is because it is easy to attain improvement in the speed of processing with the application of the hardware only for image processings using DSP etc.

[0103] There are few 4th effects about the constraint to the installation conditions of a system, and the flexibility in employment is a high point. The reason is because it is [migration of a camera or] hard to be influenced of lighting change, unless change of the configuration within the image of the person currently picturized is remarkable and there is, in order to use a person's configuration.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is block drawing showing the configuration of 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the flow chart which shows the manipulation routine of the operation gestalt of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the block diagram showing the configuration of the person detection equipment 3 of drawing 1 .

[Drawing 4] It is the flow chart which shows the flow of the person detection manipulation routine of person detection equipment 3.

[Drawing 5] It is the block diagram showing the configuration of the person detection equipment 3 of drawing 1 .

[Drawing 6] It is the conceptual diagram showing the edge detection operator used in person detection equipment 3.

[Drawing 7] It is the conceptual diagram showing arrangement of the person outline geometric model used for person detection processing, and an edge detection operator.

[Drawing 8] It is the flow chart which shows the contents of the person detection manipulation routine using an edge detection operator.

[Drawing 9] It is the conceptual diagram showing one or the example set up for the field used as the candidate for a monitor in the image acquired with a camera. [two or more]

[Drawing 10] It is the block diagram of one example of the person counter 4 of drawing 1 .

[Drawing 11] It is drawing showing the model space for proofreading camera arrangement and a person location.

[Drawing 12] It is sample drawing which plotted the person location in the space before processing with the person density metering device 9.

[Drawing 13] It is drawing showing the example of each smallness field processed with the person density metering device 9.

[Drawing 14] counting — it is an example of person density drawing displayed with the result display 6.

[Drawing 15] counting — it is the block diagram of the 1st example of the result indicating equipment 6.

[Drawing 16] counting — it is the block diagram of the 2nd example of the result indicating equipment 6.

[Drawing 17] counting — it is the block diagram of the 3rd example of the result indicating equipment 6.

[Drawing 18] counting — it is the block diagram of the 4th example of the result indicating equipment 6.

[Drawing 19] counting — it is the block diagram of the 5th example of the result indicating equipment 6.

[Description of Notations]

1 Camera

2 Image Acquisition Equipment

3 Person Detection Equipment

301 Characteristic Quantity Calculation Equipment

302 Evaluation Value Arithmetic Unit
303 The Maximum Point Retrieval Equipment
31 Image Differential Section
32 Evaluation Value Image Composition Section
33 The Maximum Point Retrieval Section
4 Person — Counting — Section
41 Person Location Detecting Element
42 Storage Section corresponding to Image and Location
43 Person Densitometry Section
5 Counting — Result Storage
6 Counting — Result Display
601 Rate Display of Purchase
602 The Number Storage Section of Purchase Visitors
611 Average Reception Numeral Section
612 The Number Storage Section of Employees
621 The Number ~~KONSARUTO~~ Section of Registers
622 The Number Storage ^{consult} Section of Registers Used
631 The Number KONSARUTO Section of Employees in Counter
632 The Number Storage Section of Employees in Counter
641 Latency-Time Display
642 Unit Time Amount Processing Number Storage Section

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-175868

(P2001-175868A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001.6.29)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード^{*} (参考)

G 0 6 T 7/00
1/00

G 0 6 F 15/70
15/62

4 6 0 B 5 B 0 5 7
3 8 0 5 L 0 9 6

審査請求 有 請求項の数16 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平11-364875

(22) 出願日 平成11年12月22日 (1999. 12. 22)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 仁野 裕一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 古川 久雄

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

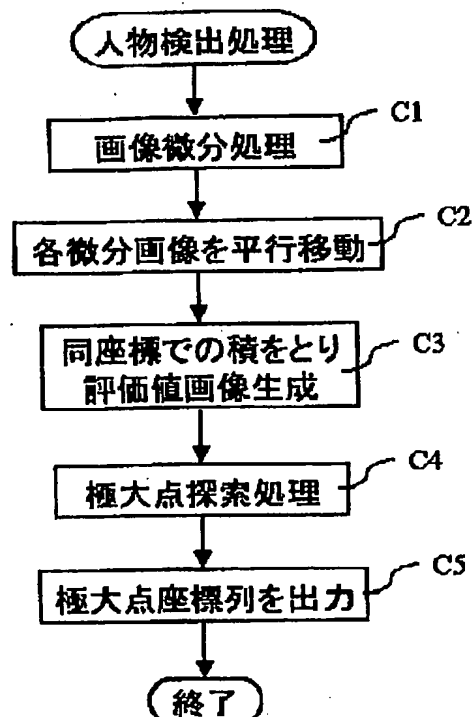
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 人物検出方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 複数の人物が撮像された画像中の各人物を検出する場合、相互に隠蔽あるいは隣接している人物を区別し、また、対象の向きや大きさが変化して、同一人物であっても動画画像中の形状変化が大きくても、人物を検出することができる人物検出方法およびその装置を提供する。

【解決手段】 隠蔽の発生しにくく形状変化の少ない人物の頭部および上半身の輪郭を元に設定したモデル形状に、間隙を拡張したエッジ検出オペレータによる画像微分出力を対応させ、各点における積の極大点を人物領域として検出する。このようにして輪郭形状の微少な差異の影響を小さくし、また、隣接した対象を分離して検出する。さらにこのような処理を空間を上方から撮影した画像に対し行い、得られた視界内の複数人物を計数し集計するして、例えば店舗顧客分布の解析など多種の情報サービスを実現する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 多数の人物が存在または移動する領域を撮影して画像を取得し、取得した画像から人物の画像を抽出する人物検出処理を実行する人物検出方法において、

人物輪郭を基にした形状の人物形状モデル上の予め設定された複数の点の位置に対応する相対位置に、検出しようとする人物の特徴量を検出する特徴量検出器を配置して特徴量検出器セットを構成し、

特徴量検出器セットを、画像面に設定されている各座標に対応する各位置に置いて、前記取得した画像の画像特徴量の検出を行い、

前記各位置において特徴量検出器セットを構成する特徴量検出器が検出した画像特徴量の値に基づいて、検出された画像特徴量が、所定の許容範囲内で、前記人物形状モデルに合致する形状を有する画像の特徴量であることを判定するための所定の演算を実行し、

演算結果が、前記検出された画像特徴量が前記人物形状モデルに合致する形状を有する画像の特徴量であることを示した場合には、当該位置に人物画像が存在すると推定する、人物検出方法。

【請求項2】 前記所定の演算は、特徴量検出器セットの各位置において、それぞれの特徴量検出器が検出した特徴量の積を演算し、その積を所定の閾値と比較し、その積の値が当該所定の閾値を超えるとき、当該画像を当該位置における人物画像と判定する処理を含んでいる、請求項1に記載の人物検出方法。

【請求項3】 前記所定の演算は、それぞれの特徴量検出器が検出した特徴量の積を評価値として当該特徴量検出器セットの位置に対応する画像面の座標に対応付けて評価値画像を生成し、評価値画像内の各画素を中心とする局所領域を設定し、局所領域内で評価値が極大になる極大点を探索し、その極大点のうち、評価値が所定のしきい値を超える極大点が存在する局所領域の中心にある画素を人物が存在する点とする処理を含んでいる請求項2に記載の方法。

【請求項4】 人物形状モデル上の予め設定された複数の点の位置に対応する相対位置に配置されたそれぞれの特徴量検出器を、当該人物形状モデル上の予め設定された点に対応する特徴量検出器と定義し、前記人物形状モデル上の前記予め設定された複数の点の位置から、人物形状モデルに任意に設定した基準点への変位ベクトルを、当該複数の点に対応する特徴量検出器の特徴量変位ベクトルと定義し、それぞれの特徴量検出器が検出した特徴量を、その特徴量が検出された位置から特徴量変位ベクトルだけ変位した位置の座標に対応付けて、当該特徴量検出器に対応する、当該座標における変位特徴量と定義するとき、前記それぞれの特徴量検出器が検出した特徴量の積の演算は、画像面の各座標について、各特徴量検出器に対応する変位特徴量の積を演算する処理を含

んでいる、請求項2に記載の方法。

【請求項5】 多数の人物が存在または移動する領域を撮影するカメラによって撮影された画像フレームを取り込んで画像処理可能な画像を作成する画像取得手段と、人物形状モデルを保持し、前記画像処理可能な画像から、人物形状モデルに合致する形状を有する画像を抽出し、抽出された各画像を画像面中に撮像されている人物として、抽出された各人物が存在する位置を代表する点の、画像平面上における座標を出力する人物検出手段とを有する人物検出装置において、前記人物検出手段は、人物形状モデル上の予め設定された複数の点の位置に対応する相対位置に配置されている1組の特徴量検出器となる特徴量検出器セットを備え、前記特徴量検出器セットによって、人物形状モデル上におけるそれぞれの位置に対応する相対位置において、画像取得手段によって得られた画像面の各点について画像特徴量の検出を行い、検出された画像特徴量を画像面の座標と対応させて出力する特徴量算出部と、

特徴量検出器セットの各特徴量検出器が前記相対位置において検出した1組の画像特徴量でなる画像特徴量セットの値に所定の演算を施して、画像特徴量セットが人物形状モデルと適正に合致している度合いを評価し、特徴量検出器セットの、画像面上における位置に対応して評価値を生成し、画像面の各座標に対応する評価値を表す評価値画像を生成する評価値演算部と、評価値演算部によって算出された評価値画像に対し、画像面の各座標の画素について、当該画素の座標に対応する評価値が近傍の領域において最大となる評価値極大点を探索し、得られた評価値極大点の座標を人物の存在する点として出力する極大点探索部とを有することを特徴とする人物検出装置。

【請求項6】 特徴量算出部は、特徴量検出器セットとして1組のエッジ検出オペレータでなるオペレータセットを備え、前記オペレータセットによって、人物形状モデルの輪郭上における複数の位置に対応する相対位置において、画像取得手段によって得られた画像面の各点について画像輪郭の検出を行い、検出された画像輪郭の検出値を画像面の座標と対応させて出力し、

前記人物形状モデル上の予め設定された複数の点の位置から、人物形状モデルに任意に設定した基準点への変位ベクトルを、当該複数の点の位置に対応する相対位置にあるエッジ検出オペレータの特徴量変位ベクトルと定義し、それぞれのエッジ検出オペレータが検出したエッジ検出値を、そのエッジ検出値が検出された位置から特徴量変位ベクトルだけ変位した位置の座標に対応付けて、当該エッジ検出オペレータに対応する当該座標における変位特徴量と定義するとき、

評価値演算部は、前記画像特徴量セットの値に対する所定の演算として、画像面の各座標について、それぞれのエッジ検出オペレータが検出したエッジ検出値について

(3)

の変位特徴量の積を演算し、

極大点探索部は、評価値演算部によって得られた評価値画像内の各画素を中心とする局所領域を設定し、局所領域内で評価値が極大となる極大点を探索し、評価値が所定のしきい値を超える極大点が存在する局所領域の中心にある画素の位置を人物が存在する点の位置として出力する、請求項5に記載の装置。

【請求項7】 評価値演算部は、特徴量検出器として、検出エッジ幅が小さいエッジ検出オペレータと、検出エッジ幅が大きいエッジ検出オペレータとを有し、各々のエッジ検出オペレータは、人物画像の形状に微少な変化があっても安定した検出値を出力する程度に、重みを持たない中央間隙部の領域幅を拡張した間隙拡張オペレータであり、エッジ検出オペレータは、隠蔽が発生しにくく形状変化が少ない人物の部位に対応する相対位置に配置される、請求項6に記載の装置。

【請求項8】 人物検出手段によって得られる検出結果に基づいて、撮影されている領域内に存在する人物を計数する人物計数手段を有し、前記人物計数手段は、人物の実空間中の位置を推定するために必要なパラメータの値、または画素と人物の空間位置とを記載したルックアップテーブルを記憶し、測定を行う前に事前に初期設定でキャリブレーションを行って画像中の各画素と空間位置との対応をとって、該対応を予め記憶する、画像・位置対応記憶部と、

人物検出手段の出力する人物が存在する点を画像中の人物画像の頭の位置とみなし、画像・位置対応記憶装置42の情報をもとに、人物の空間中の位置を推定する人物位置検出部と、

人物位置検出部で検出された人物位置に基づいて、微少領域内での人数を計測し、人物密度を算出する人物密度計測部とを有する請求項5に記載の装置。

【請求項9】 キャリブレーションは、5つの所定の空間位置に配置した物点位置と、該物点を撮像して得られる像点との、画像平面上の位置との関係を、カメラのグローバル座標とカメラの姿勢を表す2つの角度をパラメータとして5つの方程式で記述し、最小2乗法によって最も確からしいカメラのグローバル座標とカメラの姿勢を表す2つの角度を演算する処理を含んでいる請求項8に記載の装置。

【請求項10】 人物計数手段により計数された人物密度を、画像を撮像した時刻と関連付け、逐次記録する計数結果記憶手段を有する請求項8に記載の装置。

【請求項11】 人物計数手段によって得られた計数結果、または前記計数結果記憶手段に蓄積された過去の時刻の計数結果を、必要に応じて加工し表示を行う計数結果表示手段を有し、前記計数結果表示手段は、記録したデータに基づいて、単位時間あたりの購買客数を全営業時間にわたって記憶する購買客数記憶部と、計数結果記憶装置に記憶された単位時間あたりの来店客数と前記

購買客数記憶部に記憶された購買客数をもとに、所定の条件に従って購買率、すなわち購買客数/来店客数を集計する購買率表示部とを有する、請求項8に記載の装置。

【請求項12】 人物計数手段によって得られた計数結果、または前記計数結果記憶手段に蓄積された過去の時刻の計数結果を、必要に応じて加工し表示を行う計数結果表示手段を有し、前記計数結果表示手段は、各時刻に労働している従業員数を記憶する従業員数記憶部と、計数結果記憶手段に記憶された単位時間あたりの来店客数と従業員数記憶部に記憶された従業員数に基づいて、所定の条件に従って従業員1人あたりの接客数、すなわち、来店客数/従業員数を集計し、かつ、表示する、平均接客数表示部とを有する、請求項8に記載の装置。

【請求項13】 人物計数手段によって得られた計数結果、または前記計数結果記憶手段に蓄積された過去の時刻の計数結果を、必要に応じて加工し表示を行う計数結果表示手段を有し、前記計数結果表示手段は、各時刻に使用されているレジ数を記憶する使用レジ数記憶部と、レジに並ぶ顧客人数から推定される最適レジ数と使用レジ数記憶装置に記憶されたレジ数とを比較し、各時刻毎に使用されているレジ数が必要数を上回っているか、または下回っているかを所定の条件に従って集計し表示するレジ数コンサルタント部とを有する、請求項8に記載の装置。

【請求項14】 人物計数手段によって得られた計数結果、または前記計数結果記憶手段に蓄積された過去の時刻の計数結果を、必要に応じて加工し表示を行う計数結果表示手段を有し、前記計数結果表示手段は、各時刻に上記の売場に配置されている従業員数を記憶する売場内従業員記憶部と、特定売場内の顧客人数から推定される最適従業員数と従業員数記憶装置に記憶された従業員数とを比較し、各時刻毎に配置されている従業員数が必要数を上回っているかまたは下回っているかを所定の条件に従って集計し表示する売場内従業員数コンサルタント部とを有する、請求項8に記載の装置。

【請求項15】 人物計数手段によって得られた計数結果、または前記計数結果記憶手段に蓄積された過去の時刻の計数結果を、必要に応じて加工し表示を行う計数結果表示手段を有し、前記計数結果表示手段は、各リフトあるいはアトラクション施設が単位時間あたりに捌く人数を記憶する単位時間処理人数記憶部とリフトあるいはアトラクション施設に並ぶ顧客の、記録された人数と単位時間処理人数記憶部に記憶された各リフトまたはアトラクション施設が単位時間あたりに捌く人数から、撮像時刻において顧客が当該施設のサービスに対する待ち時間、すなわち、並んでいる顧客の人数/単位時間に施設が捌く人数を算出し、遊戯施設内外の各地点に設けた掲示板などに算出した待ち時間を表示する待ち時間表示部とを有する請求項8に記載の装置。

(4)

5
 【請求項16】 多数の人物が存在または移動する領域を撮影するカメラによって撮影された画像フレームを取り込んで画像処理可能な画像を作成する画像取得処理と、人物形状モデルを保持し、前記画像処理可能な画像から、人物形状モデルに合致する形状を有する画像を抽出し、抽出された各画像を画像面中に撮像されている人物として、抽出された各人物が存在する位置を代表する点の、画像平面上における座標を出力する人物検出処理と、人物検出手段によって得られた人物検出結果から画像面の視界内に存在する人物数を計数する人物計数手段と、人物計数手段によって計数された人物数を、画像を撮像した時刻と関連付け、逐次記録する計数結果記憶処理と、人物計数手段で計数された画像面中の人物計数結果、または前記計数結果記憶手段に蓄積されている過去の時刻における人物計数結果を、必要に応じて加工して表示する計数結果表示処理を実行するための手順が記述されている人物検出プログラムを記録している記録媒体であって、前記人物検出プログラムは、コンピュータに前記人物検出処理を実行させるために、人物形状モデル上の予め設定された複数の点の位置に対応する相対位置に配置されている1組の特徴量検出器となる特徴量検出器セットによって、人物形状モデル上におけるそれぞれの位置に対応する相対位置において、画像取得処理によって得られた画像面の各点について画像特徴量の検出を行い、検出された画像特徴量を画像面の座標と対応させて出力する特徴量算出処理を実行させ、特徴量検出器セットの各特徴量検出器が前記相対位置において検出した1組の画像特徴量でなる画像特徴量セットの値に所定の演算を施して、画像特徴量セットが人物形状モデルと適正に合致している度合いを評価し、特徴量検出器セットの、画像面上における位置に対応して評価値を生成し、画像面の各座標に対応する評価値を表す評価値画像を生成する評価値演算処理を実行させ、評価値演算処理によって算出された評価値画像に対し、画像面の各座標の画素について、当該画素の座標に対応する評価値が近傍の領域において最大となる評価値極大点を探索し、得られた評価値極大点の座標を人物の存在する点として出力する極大点探索処理を実行させるための手順が記述されていることを特徴とする人物検出プログラムが記録されている記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像中の人物を検出する画像処理方法及び装置に関し、特に店舗や公共施設内などにおいて得られる多数の人物が撮像された画像から、各人物を検出し計数、および混雑度表示を行う画像処理方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】複数の人物が撮像された画像から人物領域を検出する場合、従来は背景差分やフレーム間差分、

6
 エッジ検出、オブティカルフロー算出、赤外スポット光等のパターン照射、ステレオ法による距離画像の利用など様々なアプローチが取られている。またはスネークのようなエッジを特徴量に用いたエネルギーモデルや、肌色検出等色情報の利用、あるいは時空間画像解析などを併用した手法も研究されている。

【0003】また、これらの技術を用いて画像中の複数人物を計数する例としては、特開平9-281605に写真フィルムに撮像された人物を肌色検出処理を用いて検出し、計数した人物数に応じて焼き増し枚数を自動的に決定する装置が開示されている。また別の例として特開平8-123935には、画像中に複数の計数ラインを設け、背景差分を行って得られた画像を時間方向に連結することによって時空間画像を作成し、時空間画像中の動物体領域から通過方向を判定する方法が開示されている。

【0004】さらに、人物の密度を計測する例としては、特開平1-244598に背景差分により人物像を抽出し、不自然な分布の偏りや不本意な密度の状態が抽出されたときに警報を発する手法が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし前掲の手法では、複数の人物間において発生する領域間の隠蔽に対処できず、隣接して撮像される人物を区別して検出することが難しいので、多数の人物が撮像された画像に対しての適用は難しいという問題がある。

【0006】例えば背景差分の場合では、画像中で重なり合う複数の人物を一つの領域として切り出すため、各人物を個別に検出できない。計数が求められるシステムの場合には、通常、抽出された領域の面積を一人当たりの面積で割ることによっておおよその人数を推定する処理を行う。しかし、従来の背景差分法においては、画像中の人物の相互に重なり合う面積や各人物の大きさなど、変動要因が大きく正確な計数は困難であった。

【0007】また、多数の人物を撮像する状況のもとでは、対象のカメラに対する向きや姿勢、大きさは様々であり、同一人物であっても動画像中の形状変化は大きいので、形状モデルの適用も難しかった。

【0008】本発明の目的は、多数の人物が撮像された画像中の人物検出および計数、混雑度計測を、各対象毎の形状や大きさの違い、または対象間の隠蔽が存在する状況においても行うことができ、かつ、撮像条件の制約の小さい処理方法および装置を提供し、さらにこの処理方法および装置を用いて継続的に人物計数、混雑度計測を行い、得られた集積結果を元に様々な情報サービスを提供する装置を実現することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明の人物検出方法は、人物輪郭を基にした形状の人物形状モデル上の予め設定された複数の点の位置

(5)

7
 に対応する相対位置に、検出しようとする人物の特徴量を検出する特徴量検出器を配置して特徴量検出器セットを構成し、特徴量検出器セットを、画像面に設定されている各座標に対応する各位置に置いて、前記取得した画像の画像特徴量の検出を行い、前記各位置において特徴量検出器セットを構成する特徴量検出器が検出した画像特徴量の値に基づいて、検出された画像特徴量が、所定の許容範囲内で、前記人物形状モデルに合致する形状を有する画像の特徴量であることを判定するための所定の演算を実行し、演算結果が、前記検出された画像特徴量が前記人物形状モデルに合致する形状を有する画像の特徴量であることを示した場合には、当該位置に人物画像が存在すると推定する。

【0010】前記の所定の演算は、特徴量検出器セットの各位置において、それぞれの特徴量検出器が検出した特徴量の積を演算し、その積を所定の閾値と比較し、その積の値が当該所定の閾値を超えるとき、当該画像を当該位置における人物画像と判定する処理を含んでいる。

【0011】前記の所定の演算の1つの実施態様として、該所定の演算は、それぞれの特徴量検出器が検出した特徴量の積を評価値として当該特徴量検出器セットの位置に対応する画像面の座標に対応付けて評価値画像を生成し、評価値画像内の各画素を中心とする局所領域を設定し、局所領域内で評価値が極大になる極大点を探索し、その極大点のうち、評価値が所定のしきい値を超える極大点が存在する局所領域の中心にある画素を人物が存在する点とする処理を含んでいる。

【0012】前記それぞれの特徴量検出器が検出した特徴量の積の演算は、画像面の各座標について、各特徴量検出器に対応する変位特徴量の積を演算する処理を行うことによって実行される。ただし、人物形状モデル上の予め設定された複数の点の位置に対応する相対位置に配置されたそれぞれの特徴量検出器を、当該人物形状モデル上の予め設定された点に対応する特徴量検出器と定義し、前記人物形状モデル上の前記予め設定された複数の点の位置から、人物形状モデルに任意に設定した基準点への変位ベクトルを、当該複数の点に対応する特徴量検出器の特徴量変位ベクトルと定義し、それぞれの特徴量検出器が検出した特徴量を、その特徴量が検出された位置から特徴量変位ベクトルだけ変位した位置の座標に対応付けて、当該特徴量検出器に対応する、当該座標における変位特徴量と定義する。

【0013】本発明の人物検出装置は、多数の人物が存在または移動する領域を撮影するカメラによって撮影された画像フレームを取り込んで画像処理可能な画像を作成する画像取得装置と、人物形状モデルを保持し、前記画像処理可能な画像から、人物形状モデルに合致する形状を有する画像を抽出し、抽出された各画像を画像面中に撮像されている人物として、抽出された各人物が存在する位置を代表する点の、画像平面上における座標を出

8
 力する人物検出装置とを有する。

【0014】人物検出装置は、人物形状モデル上の予め設定された複数の点の位置に対応する相対位置に配置されている1組の特徴量検出器でなる特徴量検出器セットを備え、前記特徴量検出器セットによって、人物形状モデル上におけるそれぞれの位置に対応する相対位置において、画像取得装置によって得られた画像面の各点について画像特徴量の検出を行い、検出された画像特徴量を画像面の座標と対応させて出力する特徴量算出部と、特徴量検出器セットの各特徴量検出器が前記相対位置において検出した1組の画像特徴量でなる画像特徴量セットの値に所定の演算を施して、画像特徴量セットが人物形状モデルと適正に合致している度合いを評価し、特徴量検出器セットの、画像面上における位置に対応して評価値を生成し、画像面の各座標に対応する評価値を表す評価値画像を生成する評価値演算部と、評価値演算部によって算出された評価値画像に対し、画像面の各座標の画素について、当該画素の座標に対応する評価値が近傍の領域において最大となる評価値極大点を探索し、得られた評価値極大点の座標を人物の存在する点として出力する極大点探索部とを有する。

【0015】特徴量算出部は、特徴量検出器セットとして1組のエッジ検出オペレータでなるオペレータセットを備え、該オペレータセットによって、人物形状モデルの輪郭上における複数の位置に対応する相対位置において、画像取得手段によって得られた画像面の各点について画像輪郭の検出を行い、検出された画像輪郭の検出値を画像面の座標と対応させて出力し、評価値演算部は、前記画像特徴量セットの値に対する所定の演算として、画像面の各座標について、それぞれのエッジ検出オペレータが検出したエッジ検出値についての変位特徴量の積を演算し、極大点探索部は、評価値演算部によって得られた評価値画像内の各画素を中心とする局所領域を設定し、局所領域内で評価値が極大となる極大点を探索し、評価値が所定のしきい値を超える極大点が存在する局所領域の中心にある画素の位置を人物が存在する点の位置として出力する。

【0016】前記の評価値演算部の機能について、人物形状モデル上の予め設定された複数の点の位置から、人物形状モデルに任意に設定した基準点への変位ベクトルを、当該複数の点の位置に対応する相対位置にあるエッジ検出オペレータの特徴量変位ベクトルと定義し、それぞれのエッジ検出オペレータが検出したエッジ検出値を、そのエッジ検出値が検出された位置から特徴量変位ベクトルだけ変位した位置の座標に対応付けて、当該エッジ検出オペレータに対応する当該座標における変位特徴量と定義する。

【0017】評価値演算部は、特徴量検出器として、検出エッジ幅が小さいエッジ検出オペレータと、検出エッジ幅が大きいエッジ検出オペレータとを有し、各々のエ

(6)

9

ッジ検出オペレータは、人物画像の形状に微少な変化があっても安定した検出値を出力する程度に、重みを持たない中央間隙部の領域幅を拡張した間隙拡張オペレータであり、エッジ検出オペレータは、隠蔽が発生しにくく形状変化が少ない人物の部位に対応する相対位置に配置される。

【0018】本発明の人物検出装置は、さらに、人物検出装置により得られる検出結果に基づいて、撮影されている領域内に存在する人物を計数する人物計数装置を有する。人物計数装置は、人物の実空間中の位置を推定するために必要なパラメータの値、または画素と人物の空間位置とを記載したルックアップテーブルを記憶し、測定を行う前に事前に初期設定でキャリブレーションを行って画像中の各画素と空間位置との対応をとって、該対応を予め記憶する、画像・位置対応記憶部と、人物検出手段の出力する人物が存在する点を画像中の人物画像の頭の位置とみなし、画像・位置対応記憶装置42の情報をもとに、人物の空間中の位置を推定する人物位置検出部と、人物位置検出部で検出された人物位置に基づいて、微小領域内での人数を計測し、人物密度を算出する人物密度計測部とを有する。

【0019】前記のキャリブレーションの1つとして、5つの所定の空間位置に配置した物点位置と、該物点を撮像して得られる像点との、画像平面上の位置との関係を、カメラ位置のグローバル座標とカメラの姿勢を表す2つの角度（仰角と方位角）をパラメータとして5つの方程式で記述し、最小2乗法によって最も確からしいカメラ位置のグローバル座標とカメラの姿勢を表す2つの角度を演算することによって行われる。

【0020】本発明の人物検出装置は、人物計数装置により計数された人物密度を、画像を撮像した時刻と関連付け、逐次記録する計数結果記憶装置を有することができる。

【0021】本発明の人物検出装置は、人物計数装置により得られた計数結果、または計数結果記憶装置に格納された過去の時刻の計数結果を、必要に応じて加工し表示を行う計数結果表示装置を有し、計数結果表示装置は、記録したデータに基づいて、単位時間あたりの購買客数を全営業時間にわたって記憶する購買客数記憶部と、計数結果記憶装置に記憶された単位時間あたりの来店客数と前記購買客数記憶部に記憶された購買客数をもとに、所定の条件に従って購買率、すなわち購買客数/来店客数を集計する購買率表示部とを有することができる。本発明の計数結果表示装置の他の実施態様として、計数結果表示装置は、各時刻に労働している従業員数を記憶する従業員数記憶部と、計数結果記憶手段に記憶された単位時間あたりの来店客数と従業員数記憶部に記憶された従業員数に基づいて、所定の条件に従って従業員1人あたりの接客数、すなわち、来店客数/従業員数を集計し、かつ、表示する、平均接客数表示部を有するこ

10

とができる。

【0022】本発明の計数結果表示装置の他の実施態様として、計数結果表示装置は、各時刻に使用されているレジ数を記憶する使用レジ数記憶部と、レジに並ぶ顧客人数から推定される最適レジ数と使用レジ数記憶装置に記憶されたレジ数とを比較し、各時刻毎に使用されているレジ数が必要数を上回っているか、または下回っているかを所定の条件に従って集計し表示するレジ数コンサルタント部とを有することができる。

【0023】本発明の計数結果表示装置の他の実施態様として、計数結果表示装置は、各時刻に上記の売場に配置されている従業員数を記憶する売場内従業員記憶部と、特定売場内の顧客人数から推定される最適従業員数と従業員数記憶装置に記憶された従業員数とを比較し、各時刻毎に配置されている従業員数が必要数を上回っているかまたは下回っているかを所定の条件に従って集計し表示する売場内従業員数コンサルタント部とを有することができる。

【0024】本発明の計数結果表示装置の更に他の実施態様として、計数結果表示装置は、各リフトあるいはアトラクション施設が単位時間あたりに捌く人数を記憶する単位時間処理人数記憶部とリフトあるいはアトラクション施設に並ぶ顧客の、記録された人数と単位時間処理人数記憶部に記憶された各リフトまたはアトラクション施設が単位時間あたりに捌く人数から、撮像時刻において顧客が当該施設のサービスに対する待ち時間（並んでいる顧客の人数/単位時間に施設が捌く人数）を算出し、遊戯施設内外の各地点に設けた掲示板などに算出した待ち時間を表示する待ち時間表示部とを有することができる。

【0025】

【作用】特徴量検出器セットを構成する特徴量検出器は、それぞれ特徴量画像を生成するけれど、各々の特徴量検出器は、それら特徴量検出器の相対位置だけずれた位置に特徴量画像を生成する。したがって、各々の特徴量検出器が別々の画像面に特徴量画像を生成する場合には、それぞれの特徴量検出器に対応する画像面を特徴量検出器の相対変位と逆方向に平行移動して重ねる（合成する）と、各画像面の特徴量画像の同一部分は重なる。しかし、各画像面の異なる特徴量画像または同一特徴量画像の異なる部分（以下、異なる特徴量画像部分と記す）は、上記の平行移動・合成処理をしても、それらの特徴量画像部分が、平行移動・合成処理によって重なるような特別な相対位置になれば重なることはない。換言すれば、特徴量検出器の相対配置と同一の相対配置をもつ特徴量画像部分、すなわち、人物形状モデルに合致する特徴量画像のみが平行移動・合成処理によって同時に重なる。本発明は、この原理によって、特徴量画像面から、人物画像の特徴量画像のみを抽出する。

【0026】この際に用いる人物形状モデルは、比較的

(7)

11

隠蔽が発生しにくく形状変化の小さい人物の頭部および上半身の輪郭エッジ情報を元にして、画像中の人物の平均的な大きさで設定される。また、特徴量検出器としては、形状の小さい頭部には小型の間隙拡張型エッジ検出オペレータを、形状が大きい上半身輪郭には大型の間隙拡張型エッジ検出オペレータを対応させるので、様々な形状の人物を確実に検出することができる。

【0027】以上の手段を用いて処理を行うことにより、カメラの視界に存在する複数の人物位置を検知し、かつ計数を行うことが可能である。また、カメラの移動や照明等の撮影条件に対する制約が少ないため、既存の監視カメラや可搬カメラを用いる柔軟なシステム構成が可能であり、多種多様な技術展開が可能である。

【0028】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の人物検出方法を実施するための人物検出装置の構成を示す全体構成図である。本発明の人物検出装置は、基本的に、カメラ1と画像取得装置2と人物検出装置3と人物計数装置4と計数結果記憶装置5と計数結果表示装置6とを備えている。

【0029】カメラ1は、多数の人物が存在する対象空間の上方に設置され、単一のカメラによって、または複数のカメラを切り替えて人物群を含む画像を撮影する。画像取得装置2は、カメラ1により撮影された画像フレームを必要に応じて切り替えて所定の時間間隔で取り込み、離散化など周知の処理を行って画像処理可能な静止画像を得る。

【0030】人物検出装置3は、人物の輪郭形状モデルを保持し、画像取得装置2によって取り込まれた画像から、所定の許容範囲内で該輪郭形状モデルに合致する形状を有する画像を抽出し、抽出された各画像を画像中に撮像されている人物として、当該人物が存在する領域を代表する点（以下、代表点と記す）の、画像平面上における座標を出力する。

【0031】人物計数装置4は、人物検出装置3によって得られた人物検出結果から、画像中の視界内に存在する人物数を計数する。計数結果記憶装置5は、人物計数装置4により計数された人物数を、画像を撮像した時刻と関連付けて逐次記録する。計数結果表示装置6は、人物計数装置4で計数された画像中の人物計数結果、または前記計数結果記憶装置5に蓄積された過去の時刻における人物計数結果を、必要に応じて加工して表示を行う。

【0032】次に本実施形態の動作を説明する。図2は、本実施形態における処理ルーチンを示すフローチャートである。カメラ1により撮影された対象空間における多数の人物群を含む画像フレームは、画像取得装置2によって必要に応じて切り替えられ、所定の時間間隔で離散化され処理可能な静止画像として装置内に取り込ま

12

れる（ステップA1）。この画像に対し、人物検出装置3は、画像内に含まれる各人物を検出する処理を行う（ステップA2）。ステップA2の処理で人物検出装置3によって得られた人物領域を示す座標列は、人物計数装置4によって計数される（ステップA3）。計数結果は、画像に撮像されている推定人物数として、計数結果記憶装置5において、画像が撮像された時刻に関連付けられ、記憶される（ステップA4）と共に、計数結果表示装置6に出力される。

【0033】人物計数装置4によって計数された人物計数結果、および計数結果記憶装置5に蓄積された過去の時刻における人物計数結果は、計数結果表示装置6において、必要に応じて、または、操作者の要求に応じて、例えば時間に対する計数結果グラフ、または取得画像への重畳表示など、様々な加工が行われた後、表示される（ステップA5、A6）。

【0034】以上の処理が終了した後、さらに入力画像が与えられているならばステップA1に戻り次に得られる画像に対して同様に処理を繰り返す（分岐A7のY）、画像入力がない場合には処理を終了する（分岐A7のN）。

【0035】次に、図1の人物検出部3の一実施形態を説明する。図3は、人物検出部3の一実施例の構成を示すブロック図である。本実施例の人物検出装置は、特徴量算出部301と評価値演算部302と極大点探索部303を備えている。

【0036】特徴量算出部301は、画像取得装置2によって得られた画像中の各点について、所定数（人物検出のために必要な種類数）の画像特徴量の抽出を行い、それぞれの画像特徴量を画像中の座標と対応させて出力する。

【0037】特徴量算出部301は、人物輪郭を基にした形状のモデル、すなわち、人物形状モデルを保持し、人物形状モデル上の予め設定された複数の点にそれぞれ重ねて配置された1組の特徴量検出器を備えている。以下、この1組の特徴量検出器を特徴量検出器セットと記す。したがって、人物形状モデルを画像フレームのある位置に置くことは、特徴量検出器セットを当該位置に置くことと同義である。後述の実施例で説明するように、人物画像の輪郭を他の画像の輪郭から識別する場合には、特徴量検出器セットは、人物形状モデルの輪郭の複数位置に配置された、輪郭を識別する特徴量検出器（例えば、エッジ検出オペレータ）によって構成される。また、例えば、学童のように、黄色の帽子をかぶっている人物の画像を他の画像から識別する場合には、輪郭を識別する複数の特徴量検出器の他に、人物形状モデルの頭部の所定位置に黄色を検出する特徴量検出器が配置される。このように、特徴量検出器セットを構成する特徴量検出器は、抽出しようとする人物の特徴に応じて異なる種類の特徴量検出器が異なる位置に設定される。

(8)

13

【0038】この人物形状モデル（詳しくは、人物形状モデルに配置した特徴量検出器セット）を、検査対象の静止画像フレームの、人物を検出しようとする画像領域の各位置に置いて人物画像を抽出するとき、特徴量検出器セットを構成する各特徴量検出器は、人物形状モデル上におけるそれぞれの部位に対応する相対位置において人物特徴量およびその他の背景画像特徴量を検出する。評価値演算部302は、特徴量検出器セットの各特徴量検出器が、それぞれの相対位置を保ちながら検出した1組の画像特徴量（以下、画像特徴量セットと記す）の値に所定の演算を施して、画像特徴量セットが人物形状モデルと適正に合致している度合いを評価し、人物形状モデルの、画像フレーム上における現在位置に対応する評価値を生成する。前記の「適正に」とは、特徴量検出器の「検出許容範囲内」という意味である。また、「人物形状モデルの、画像フレーム上における位置」とは、人物形状モデルの任意に設定された代表点の、当該画像フレーム上の座標である。このようにして、評価値演算部302は、画像フレームの各座標に対応する評価値を表す評価値画像を生成する。

【0039】極大点探索部303は、評価値演算部302によって算出された評価値画像に対し、画像フレームの各画素について、当該画素の座標に対応する評価値が近傍の領域において最大となる評価値極大点を探索し、得られた評価値極大点の座標を人物の存在する点として出力する。

【0040】人物形状モデルが人物画像に適正に合致しているか、否かを評価値演算部302が評価する手法には、種々の実施態様がある。1つの実施態様として、人物形状モデルを、画像フレーム上を走査させる手法がある。この場合には、特徴量検出器セットの各特徴量検出器が「ほぼ同時に」検出した特徴量セットの値のすべてが、所定の閾値以上であれば、人物形状モデルが人物画像に適正に合致していると判定される。ここで、「ほぼ同時に」とは、前記の検出許容範囲を走査速度で割り算した時間幅内で同時にという意味である。また、後述する実施例で用いられている手法のように、特徴量検出器セットを構成する特徴量検出器の各々が生成する特徴量画像を、当該特徴量検出器間の相対位置に対応する変位ベクトル（特徴量変位ベクトル）分だけ変位させて合成する方法もある。

【0041】次に、人物検出処理（図2のステップA2）を図4のフローチャートを参照して説明する。取り込まれた画像はまず特徴量算出部301において、各点についての特徴量が算出される（ステップB1）。次に得られた特徴量画像に対し、評価値演算部302において、画像フレーム上の各位置に人物形状モデルを置き、その人物形状モデル上の予め設定した複数の点において得られる特徴量の集合から、前記各位置における特徴量評価値を算出し、特徴量評価値を、当該位置に対応する

14

画像フレーム上の座標に対応付けて特徴量評価値画像として出力する（ステップB2）。

【0042】得られた評価値画像は、極大点探索部303において、画像中の人物が存在する点を抽出する処理が行われる。具体的には、画像内の各画素を中心とする局所領域が設定され、当該局所領域内で評価値が最大になる極大点が探索される（ステップB3）。極大点が得られた局所領域の中心の座標は、人物の存在する点として出力される（ステップB4）。

【0043】図5は、図3の人物検出装置の一実施例のブロック図である。本実施例の人物検出装置は、画像微分部31と評価値画像合成部32と極大点探索部33を備えている。本実施例の人物検出装置は、図3の人物検出部の特徴量検出器として、エッジ検出オペレータを用い、特徴量検出器セットは、人物形状モデルの輪郭上の予め設定された複数の点にそれぞれ固定された1組のエッジ検出オペレータによって構成されている。画像微分部31、評価値画像合成部32、極大点探索部33は、それぞれ図3の特徴量算出部301、評価値演算部302、極大点探索部303の実施例である。

【0044】画像微分部31は、人物形状モデルの輪郭上の所定位置に対応する相対位置を保って構成されている1組のエッジ検出オペレータを備えている（以下の記述では、この1組のエッジ検出オペレータをオペレータセットと記す）。本実施例においては、オペレータセットは、x方向、y方向のエッジを検出するエッジ検出オペレータを大小2種用いて構成されている。このうち、大型のエッジ検出オペレータは、上体の輪郭のように、比較的形が大きくて平坦な部分に対応する位置に配置され、小型のエッジ検出オペレータは、頭部の輪郭のように、形が小さくて曲率が比較的大きい部分に対応する位置に配置される。それぞれのエッジ検出オペレータは、前記画像取得部2により得られた人物画像および背景画像に適用され、これらの画像の微分画像を作成する。

【0045】オペレータセットを構成するエッジ検出オペレータは、それぞれ微分画像を生成するけれど、各々のエッジ検出オペレータは、同一画像の微分画像を、それらエッジ検出オペレータの相対位置だけずれた位置に生成する。したがって、各々のエッジ検出オペレータが別々の画面に微分画像を生成する場合には、それぞれのエッジ検出オペレータに対応する画面をエッジ検出オペレータの相対変位と逆方向に平行移動して重ねる（合成する）と、各画面の微分画像の同一部分は重なる。しかし、各画面の異なる微分画像または同一微分画像の異なる部分（以下、異なるエッジ部分と記す）は、上記の平行移動・合成処理をしても、それらのエッジ部分が、平行移動・合成処理によって重なるような特別な相対位置になれば、重なることはない。換言すれば、エッジ検出オペレータの相対配置と同一の相対配置をもつエッジ

(9)

15

部分、すなわち、人物形状モデルに合致する画像のみが平行移動・合成処理によって同時に重なる。本実施例は、この原理によって、微分画像面から、人物画像の微分画像のみを抽出する。

【0046】評価値画像合成部32は、前記画像微分部31によって得られた各エッジ検出オペレータに対応する微分画像を、人物形状モデル面上に任意に設定した基準点に対するエッジ検出オペレータの変位ベクトルの逆ベクトル、すなわち、特徴量変位ベクトルだけ平行移動させ、各微分画像面中の各座標において、平行移動された微分画像のエッジ値（変位特徴量）の積をその座標における評価値として評価値画像を作成する。極大点探索部33は、評価値画像合成部32によって得られた評価値画像内の各画素を中心とする局所領域を設定し、局所領域内で評価値が最大となる極大点を探索し、そのうち、所定の閾値を超える極大点が存在する局所領域の中心にある画素の位置を人物が存在する点の位置として出力する。

【0047】図6は、本実施例で使用されるエッジ検出オペレータを示す図である。このオペレータは特願平11-152381に開示されているエッジ検出オペレータである。図6に示されているように、従来のソーベルオペレータと比較して、オペレータ中央の重みを持たない間隙領域の幅を拡張したものであって、オペレータの大きさも数画素×数画素と従来のものより大きい。中央の重みを持たない間隙領域の幅を拡張した理由は、人物によって形状が変化し、また、同一人物であっても、カメラに対する向きによって画像が異なるので、オペレータが検出するエッジの位置および方向に許容幅を持たせて、そのような人物の形状変化やカメラに対する向きによる画像の変化を検知しないようにするためである。

【0048】このようなエッジ検出オペレータがx方向、y方向のそれぞれについて、大小2種ずつ、合計4種が用意されている。これらのオペレータは、図7を参照して後述されるように、画像の輪郭の形状に応じて使用される。このエッジ検出オペレータによって構成されるオペレータセットを、図1の画像取得装置1によって得られた画像全体の各位置に適用することによって、各座標における微分値を画素値とする微分画像が作成される。

【0049】図7は、本実施例の人物形状モデルとエッジ検出オペレータの配置を示す図である。図7に示されている人物輪郭の頭頂部に相当する点Aにy方向のエッジを検出する小型のオペレータが配置され、頭部左右に相当する点B、Cにそれぞれx方向のエッジを検出する小型のオペレータが配置されている。胴体部左右に相当する点D、Eには、それぞれx方向のエッジを検出する大型のオペレータが配置されている。このように、頭部のように形が小さい輪郭には、小型のオペレータが配置され、胴体部の輪郭のように、比較的形が大きく平坦な

16

輪郭を持つ部分には、広範囲の直線輪郭を検出する大型のオペレータが配置される。図7のように配置された5個のオペレータは、この相対位置を維持してオペレータセットとして動作する。

【0050】次に、本実施例における人物検出処理を説明する。図8は本実施例の人物検出処理の流れを示すフローチャートである。画像取得装置2（図1参照）によって取り込まれた画像は、まず画像微分部31（図5参照）において、オペレータセットを構成するx方向、y方向のエッジ検出オペレータによって微分処理が行われる（ステップC1）。次に各エッジ検出オペレータによって作成された微分画像（図7の実施例では5枚の微分画像）は、評価値画像合成部32において、画像内における人物の形状および大きさに応じて予め設定されている、図7に示されているような人物形状モデルに従って平行移動・合成される。

【0051】具体的には、まず図7中に示されている人物輪郭の頭頂部に相当する点Aにy方向のエッジを検出する小型のオペレータによって得られた微分画像を対応させ、頭部左右に相当する点B、Cにそれぞれx方向のエッジを検出する小型のオペレータにより得られた微分画像を対応させ、胴体部左右に相当する点D、Eにそれぞれx方向のエッジを検出する大型のオペレータにより得られた微分画像をそれぞれ対応させる。

【0052】次に、上記のモデル内の各点から基準点Oに向かう変位ベクトルを用いて、それぞれの点に対応する各微分画像を平行移動する（ステップC2）。図7の実施例では頭頂部Aに対応するy方向の小型オペレータによる微分画像は、基準点となる頭部中心点Oに向かうベクトルだけ変位する。すなわち、画像下方に平行移動する（この平行移動は座標変換によって演算される）。

【0053】さらに、平行移動した各微分画像を重ね合わせ、各画像中の全ての座標について、同じ座標に存在する画素の画素値（変位特徴量）の積を算出し、その積を当該座標における画素値として評価値画像を合成する（ステップC3）。

【0054】このようにして評価値画像合成部32によって得られた評価値画像は、極大点探索部33において、画像中の人物が存在する点を抽出する処理が行われる。具体的には、画像内の各画素を中心とする局所領域が設定され、当該局所領域内で当該画素における評価値が最大となる極大点が探索される（ステップC4）。そのうち所定のしきい値を超える評価値をもつ局所領域の中心の画素の座標が、人物の存在する点として出力される（ステップC5）。

【0055】図9は、図1の人物計数装置4と計数結果記憶装置5と計数結果表示装置6の実施例を説明するための概念図である。

【0056】本実施例では、まず、カメラの位置および向きが完全に固定された環境下において、図9に示され

(10)

17

ているように、カメラで取得される画像中に監視対象となる領域を1つ、または複数個設定する。そして、図1の人物検出装置3で得られた人物の頭の位置が各観測領域内にあるかどうか判定して、各観測領域別に人数を出力する。

【0057】処理としては、人物計数装置4で、前記人物検出装置3で得られた人物の頭の中心位置と思われる画素の集まり $U = \{u_i, v_i \mid i \text{ は } 0 \text{ から総人数} - 1 \text{ までの整数}\}$ が、各人物観測領域 $V_j = \{(u, v) \mid t_{bj} \leq u \leq t_{tj}, t_{lj} \leq v \leq t_{rj}\}$ (j は 0 から人物観測領域総数 - 1 までの整数、 t_{bj} 、 t_{tj} 、 t_{lj} 、 t_{rj} は、それぞれ、 j 番目の領域の下方向、上方向、左方向および右方向の座標閾値) 内に入っているか判定し、入っているものについて各領域別に人数を出力する。人物計数装置4は、前記人物検出装置3によって得られる検出結果から、設定された各領域における人物数を計数する。

【0058】計数結果記憶装置5は、人物計数装置4により計数された人物数を、設定された各領域別に画像を撮像した時刻と関連付け、逐次記録する。計数結果表示装置6は、人物計数装置4で計数された画像中の人物計数結果、または計数結果記憶装置5に蓄積された過去の時刻における人物計数結果を、設定された各領域別に必要に応じて加工して表示を行う。

【0059】本実施例によって、コンサートホール、球技施設、美術館等の多人数が利用している大型施設について、あらかじめ各出入口、あるいは展示物などの周辺を処理対象領域として設定し、出入口周辺に集まる人、バス停に並んでいる人、あるいは美術館などにおける各展示物を鑑賞する人などの計数が可能となり、有用性を高めることができる。

【0060】図10は、図1の人物計数装置4の一実施例のブロック図である。本実施例の人物計数装置4(図1参照)は、人物位置検出部41、画像・位置対応記憶部42、人物密度計測部43を備えている。画像・位置対応記憶部42は、人物位置検出装置41で人物の実空間中の位置を推定するのに必要なパラメータの値、あるいは画素と人物の空間位置を記載したルックアップテーブルを記憶されたもので、測定を行う前に事前に初期設定でキャリブレーション(較正)を行って画像中の各画素と空間位置との対応を取り、予め記憶する。

【0061】人物位置検出部41は、人物検出装置3(図1参照)の出力をそのまま画像中の頭の位置とみなし、画像・位置対応記憶装置42の情報をもとに、人物の空間中の位置を推定する。人物密度計測部43は、人物位置検出部41で検出された人物位置をもとに、微少領域内での人数を計測する。計数結果記憶装置5(図1参照)は、人物密度計測部43により計測された人物密度を、画像を撮像した時刻と関連付け、逐次記録する。計数結果表示装置6(図1参照)は、人物計数装置4で

18

計測された画像中の人物密度、または計数結果記憶部5に蓄積された過去の時刻における人物密度を必要に応じて加工して表示する。

【0062】以下、画像・位置対応記憶部42が行うキャリブレーション法について述べる。まず、キャリブレーションの準備段階において、カメラの内部パラメータ(焦点距離 f 、水平方向画素間距離 d_h 、垂直方向画素間距離 d_v 、画像中心 (u_c, v_c) 、歪曲収差計数)をあらかじめ求めておく。この内部パラメータ算出方法は種々あるが、最も汎用的なのはTsaiの手法とよばれるものである(参考:Roger Y. Tsai, "An Efficient and Accurate Camera Calibration Technique for 3D Machine Vision", Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Miami Beach, FL, 1986)。

【0063】次に、これら内部パラメータが既知であることを前提として、以下のように空間中のカメラ位置および姿勢を推定する(以下、空間中のカメラ位置および姿勢のことを外部パラメータと呼ぶことにする)。図11にカメラ配置、人物位置を測定する空間のモデル図を示す。図11の右下にある原点 O はグローバル座標系の原点であり、便宜上図11のように xyz 軸を定める。図11の各点 (x_i, y_i, t) (但し、 $i = 1 \dots 5$)は、キャリブレーションのために立てたポールでポールの先がちょうど一般的な人の頭の中心にあたる高さ(床面から140~160cm程度)になるように長さをあらかじめ決めておく。(別に空間中の相対位置の分かっている5点で同じように設定することも可能ではあるが、精度を上げる観点からあらかじめこのような5点を設定する)また、人物位置を推定する範囲としては、図11の4点 (x_i, y_i, t) (但し、 $i = 1 \dots 4$)で囲まれた領域とする。カメラはレンズ中心がグローバル座標系の (x_0, y_0, z_0) にあるものとし、光軸は、 z 軸の正方向に対して y 軸回りに角度 α だけ傾き、さらに、 x 軸に対して角度 β をなすように、 z 軸の回りに回転した角度位置(姿勢)にあるものとする。 (u_c, v_c) は画像中心(カメラ光軸と画像面とが交差する点)であり、 (u_i, v_i) ($i = 1 \dots 5$)は、物点 (x_i, y_i, t) ($i = 1 \dots 5$)が撮像されて映った画素の座標(画像面上の像点の座標)である。

【0064】このとき、画像面上の点 (u_i, v_i) ($i = 1 \dots 5$)のグローバル座標 (X_i, Y_i, Z_i) は以下のように定まる。まず、

【0065】

【数1】

(11)

19

$$u'_i = d_k \cdot \left\{ 1 + \kappa \left\{ (u_i - u_c)^2 + (v_i - v_c)^2 \right\} \right\} \cdot (u_i - u_c) \dots (1.1)$$

$$v'_i = d_k \cdot \left\{ 1 + \kappa \left\{ (u_i - u_c)^2 + (v_i - v_c)^2 \right\} \right\} \cdot (v_i - v_c) \dots (1.2)$$

【0066】によって得られる、 u'_i 、 v'_i に対し、 * 【数2】

【0067】

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos\beta & -\sin\beta & 0 \\ \sin\beta & \cos\beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\alpha & 0 & \sin\alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\alpha & 0 & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u'_i \\ v'_i \\ -f \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos\alpha\cos\beta & -\sin\beta & \sin\alpha\cos\beta \\ \cos\alpha\sin\beta & \cos\beta & \sin\alpha\sin\beta \\ -\sin\beta & 0 & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u'_i \\ v'_i \\ -f \end{pmatrix} \dots (2) \end{aligned}$$

【0068】が成り立つ。ここで、 κ は歪曲収差係数である。(歪曲収差とは、格子状の物体をカメラで撮影したときに、像が樽型に歪んだり、糸巻き型に歪んだりする収差である。通常の透視変換のカメラモデルでは $u'_i = ds(u_i - u_c)$ が成り立つが、一般的なカメラの場合、歪曲収差が存在するので、透視変換モデルが必ずしも成り立たない。式(1.1)はそれを補正するための式である)。

【0069】式(2)から得られる (X_i, Y_i, Z_i) ※

$$(X_i - x_i)(z_0 - t) - (Z_i - t)(x_0 - x_i) = 0 \dots (4.1)$$

$$(Y_i - y_i)(z_0 - t) - (Z_i - t)(y_0 - y_i) = 0 \dots (4.2)$$

【0073】式(2)から、 (X_i, Y_i, Z_i) は、次式

【0074】

【数5】

$$X_i = f_x(x_0, y_0, z_0, u'_i, v'_i, \alpha, \beta)$$

$$Y_i = f_y(x_0, y_0, z_0, u'_i, v'_i, \alpha, \beta)$$

$$Z_i = f_z(x_0, y_0, z_0, u'_i, v'_i, \alpha, \beta)$$

【0075】のように、 $x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta$ 、および (u'_i, v'_i) ($i=1, 2 \dots 5$) で表されるので、式(2)を式(4.1)および式(4.2)に代入すると、式(4.1)、式(4.2)は、 $(x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta)$ および (u'_i, v'_i) 、 (x_i, y_i, t) ($i=1, 2 \dots 5$) で表される。このうち、 (x_i, y_i, t) ($i=1, 2 \dots 5$) は、予め設定された点であるから、その値は既知である。また、 (u'_i, v'_i) ($i=1, 2 \dots 5$) は、座標 (x_i, y_i, t) ($i=1, 2 \dots 5$) に物体を置いて予め撮像することによって、その値は既知である。したがって、5つの i の値に対して $(x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta)$ についての5通りの方程式(4.1)、方程式(4.2)を得る。この5つの方程式から、最小2乗法によって5つのパラメータ $x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta$ の最も確からしい値

※は次の直線

【0070】

【数3】

$$\frac{x - x_i}{x_0 - x_i} = \frac{y - y_i}{y_0 - y_i} = \frac{z - t}{z_0 - t} \dots (3)$$

【0071】上にある。従って、次式が成り立つ。

【0072】

【数4】

を得ることができる。

【0076】最小2乗法によって、カメラの位置

(x_0, y_0, z_0) および姿勢 (α, β) の最も確からしい値を推定するために、式(4.1)の左辺の2乗と式(4.2)の左辺の2乗の和をとり、それを $S(u'_i, v'_i)$ とする。5個のパラメータ $x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta$ の最も確からしい値は、 S を用いた最小2乗法によって求める。このような非線型最小2乗法について代表的なものにMarquart法があり、William H. Press et al. 著、奥村晴彦等訳「ニューメリカルレシビ・イン・シー」(技術評論社1993年)の505-510頁に詳しく説明がされている。非線型最小2乗法の内容は本出願と関連性の薄いので、ここでは説明を省略する。以上によって得られた $x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta$ は画像・位置対応記憶装置42に格納し、キャリブレーションを終了する。

【0077】次に、人物位置検出装置41の処理について説明する。人物検出装置3によって、画像中での人物の頭の中心と思われる画素 (u, v) が検出されたとする。このとき、この画素のグローバル座標系での座標値 (x_p, y_p, z_p) は式(1.1)、式(1.2)と同様の変形をおこなった以下の (u', v') に対し、式(5)のように表される。

【0078】

(12)

21

22

【数6】

$$u' = d_k \cdot \left\{ 1 + \kappa \left((u - u_c)^2 + (v - v_c)^2 \right) \right\} \cdot (u - u_c) \dots (1.3)$$

$$v' = d_k \cdot \left\{ 1 + \kappa \left((u - u_c)^2 + (v - v_c)^2 \right) \right\} \cdot (v - v_c) \dots (1.4)$$

【0079】

* * 【数7】

$$\begin{pmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos\beta & -\sin\beta & 0 \\ \sin\beta & \cos\beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\alpha & 0 & \sin\alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\alpha & 0 & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u' \\ v' \\ -f \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos\alpha\cos\beta & -\sin\beta & \sin\alpha\cos\beta \\ \cos\alpha\sin\beta & \cos\beta & \sin\alpha\sin\beta \\ -\sin\beta & 0 & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u' \\ v' \\ -f \end{pmatrix} \dots (5)$$

【0080】この人物の身長を t であるとみなしたとき、人物位置のグローバル座標 (x, y, t) は式(3)の直線の方程式を変形した次式(6)のように表すことができる。

【0081】

【数8】

$$\frac{x - x_0}{x_p - x_0} = \frac{y - y_0}{y_p - y_0} = \frac{t - z_0}{z_p - z_0} \dots (6)$$

【0082】これより、人物位置のグローバル座標は、

【0083】

【数9】

$$x = \frac{t - z_0}{z_p - z_0} (x_p - x_0) + x_0$$

$$y = \frac{t - z_0}{z_p - z_0} (y_p - y_0) + y_0 \dots (7)$$

【0084】として求められる。人物位置検出部41はこのようにして求めた (x, y, t) の座標値を人物密度計測部43に出力する。

【0085】また、人物位置検出部41の処理を高速化するために、画像中の全画素について(1.3)から

(7)までの計算を事前に行って、画像・位置対応記憶部42にそのルックアップテーブルを記録しておき、人物検出装置3で求められた (u, v) に対してルックアップテーブルを参照して人物位置のグローバル座標 (x, y, t) を求める方法もある。

【0086】次に、人物密度計測部43の処理について説明する。図12は、人物位置検出部41によって得られた各人物の実空間中の位置を xy 平面に投影し、プロットした例を示す図である。人物の位置を推定する領域として、図11の4点 (x_i, y_i, t) (但し、 $i = 1 \dots 4$)で囲まれた領域を予め設定しているため、図12には、その領域内にあるもののみについて示されている。図13は、この領域を36個の小領域に分割して、

それぞれの領域別に何人の人物がいるかを示している。この図は、36個のほぼ均等な大きさの領域に分割して示しているが、領域の個数および各領域の大きさは用途に応じて自由に設定することができ、また、人物の位置を推定する領域も図13のように長方形である必要もなく、領域の大きさおよび形状を用途に応じて自由に設定することができる。図13では各領域を識別するために領域1～領域36と名前をつけ、各領域を $S_i = \{(x, y) \mid x_l[i] \leq x \leq x_r[i], y_b[i] \leq y \leq y_t[i]\}$ (i は1...36までの整数)と定義する。ここで、 $x_l[i]$ および $x_r[i]$ は、それぞれ領域 i の左端(左辺)および右端(右辺)の x 座標である。同様に、 $y_b[i]$ および $y_t[i]$ は、それぞれ領域 i の下端(下底)および上端(上底)の y 座標である。各人物位置のグローバル座標系での値を (x_j, y_j) (j は1から人物総数までの値)とすれば、 $(x_j, y_j) \in S_i$ のとき (x_j, y_j) が領域 i 内に存在するとする。このような方法で各領域についてその中に存在する人物の数を計算し、その結果を計数結果記憶装置5(図1参照)に出力する。

【0087】人物計数装置4により計数された人物密度結果、および計数結果記憶装置5に蓄積された過去の時刻における人物計数結果は、計数結果表示装置6において、必要あるいは操作者の要求に応じて例えば図14のような密度の大小を画像の濃淡で示したグラフで示したり(図14では、濃淡を斜線で表示しているが、実際にはカラーで表示する)、各小領域の時間別の密度の変化をグラフ化するなど、様々な加工が行われ表示される。本実施例は、図14のような広領域における人物密度の測定、例えばプラットホームの混雑状況の測定などに有用である。

【0088】つぎに、図1の計数結果表示装置6の一実施例を説明する。図15は、計数結果表示装置6の第1の実施例のブロック図である。本実施例では、店舗の室内全体を見渡せる広角カメラによって、画像取得装置2(図1参照)から画像を取得し、計数結果記憶装置5

(13)

23

は、店舗に来店した顧客数を画像取得時刻と共に記録する。

【0089】購買客数記憶部602は、POSなどに記録したデータをもとに、単位時間あたりの購買客数を全営業時間にわたって記憶している。購買率表示装置部601は、図1の計数結果記憶装置5に記憶された単位時間あたりの来店客数と前記購買客数記憶部602に記憶された購買客数をもとに、時間別あるいは曜日別などの所定の条件に従って購買率（購買客数/来店客数）を集計する。

【0090】図16は、計数結果表示装置6の第2の実施例のブロック図である。本実施例においても、店舗の室内全体を見渡せる広角カメラによって、画像取得装置2（図1参照）から画像を取得し、計数結果記憶装置5は、店舗に来店した顧客数を画像取得時刻と共に記録する。

【0091】従業員数記憶部612は、各時刻に労働している従業員数を記憶する。平均接客数表示部611は、計数結果記憶装置5（図1参照）に記憶された単位時間あたりの来店客数と従業員数記憶装置612に記憶された従業員数をもとに、時間別または曜日別などの所定の条件に従って従業員1人あたりの接客数（来店客数/従業員数）を集計し、表示する。

【0092】図17は、計数結果表示装置6の第3の実施例のブロック図である。本実施例においては、店舗内を撮影して画像を得るとき、あらかじめ所定のレジ周辺を処理対象領域として設定し、人物計数装置4によってそれぞれ所定の領域内の人物を計数し、計数結果記憶装置5において、それぞれの領域における人物計数結果を、レジに並ぶ顧客の人数として画像取得時刻と共に記録する。使用レジ数記憶部622は、各時刻に使用されているレジ数を記憶する。レジ数コンサルタント部621は、使用レジ数記憶部622に記憶されている内容を読み込み、レジに並ぶ顧客人数から推定される最適レジ数と使用レジ数記憶装置に記憶されているレジ数とを比較し、各時刻毎に使用されているレジ数が必要数を上回っているかあるいは下回っているかを時間別または曜日別などの所定の条件に従って集計し表示する。

【0093】図18は、計数結果表示装置6の第4の実施例のブロック図である。本実施例においては、あらかじめ特定の売場を処理対象領域として設定して店舗内を撮影して画像を取得する。人物計数装置4は所定の領域内の人物を計数し、計数結果記憶装置5は、それぞれの領域における人物計数結果を、特定の売場内にいる顧客の人数として画像取得時刻と共に記録する。

【0094】売場内従業員記憶部632は、各時刻に上記の売場に配置されている従業員数を記憶する。売場内従業員数コンサルタント部631は、売場内従業員記憶部632の記憶内容を読み込み、特定売場内の顧客人数から推定される最適従業員数と従業員数記憶装置に記憶され

24

た従業員数とを比較し、各時刻毎に配置されている従業員数が必要数を上回っているかまたは下回っているかを時間別あるいは曜日別などの所定の条件に従って集計し表示する。

【0095】図19は、計数結果表示装置6の第5の実施例のブロック図である。この実施形態では、スキー場または遊園地などの遊戯施設内を撮影して得られる画像について、あらかじめ所定のリフト乗り場周辺またはアトラクション施設の入り口周辺を処理対象領域として設定する。

【0096】人物計数装置4は、それぞれ所定の領域内の人物を計数する。計数結果記憶装置5は、それぞれの領域における人物計数結果を、リフトあるいはアトラクション施設に並ぶ顧客の人数として画像取得時刻と共に記録する。単位時間処理人数記憶部642は、各リフトあるいはアトラクション施設が単位時間あたりに捌く人数を記憶する。待ち時間表示部641は、単位時間処理人数記憶部642の記憶内容を読み込み、リフトあるいはアトラクション施設に並ぶ顧客の、記録された人数と単位時間処理人数記憶部に記憶された各リフトまたはアトラクション施設が単位時間あたりに捌く人数から、撮像時刻において顧客が当該施設のサービスに対する待ち時間（並んでいる顧客の人数/単位時間に施設が捌く人数）を算出し、遊戯施設内外の各地点に設けた掲示板などに算出した待ち時間を表示する。

【0097】以上の各実施の形態については、適宜条件を変更して実施可能であり、例えばカメラの数、エッジ検出オペレータの重み形状や間隔の幅、人物モデルの形状および選択する点の配置や個数などに制限はない。

【0098】前掲の人物検出装置による人物検出処理は、図示されていない記録媒体に記録されている人物検出プログラムに従って、これも図示されていないプロセッサの制御のもとで実行される。

【0099】本発明の人物検出プログラムは、多数の人物が存在または移動する領域を撮影するカメラによって撮影された画像フレームを取り込んで画像処理可能な画像を作成する画像取得処理と、人物形状モデルを保持し、前記画像処理可能な画像から、人物形状モデルに合致する形状を有する画像を抽出し、抽出された各画像を画像面中に撮像されている人物として、抽出された各人物が存在する位置を代表する点の、画像平面上における座標を出力する人物検出処理と、人物検出手段によって得られた人物検出結果から画像面の視界内に存在する人物数を計数する人物計数手段と、人物計数手段によって計数された人物数を、画像を撮像した時刻と関連付け、逐次記録する計数結果記憶処理と、人物計数手段で計数された画像面中の人物計数結果、または前記計数結果記憶手段に蓄積されている過去の時刻における人物計数結果を、必要に応じて加工して表示する計数結果表示処理とを実行するための手順が記述されている。この人物検出

(14)

25

プログラムは、コンピュータに前記人物検出処理を実行させるために、コンピュータに、人物形状モデル上の予め設定された複数の点の位置に対応する相対位置に配置されている1組の特徴量検出器でなる特徴量検出器セットによって、人物形状モデル上におけるそれぞれの位置に対応する相対位置において、画像取得処理によって得られた画像面の各点について画像特徴量の検出を行い、検出された画像特徴量を画像面の座標と対応させて出力する特徴量算出処理を実行させ、特徴量検出器セットの各特徴量検出器が前記相対位置において検出した1組の画像特徴量でなる画像特徴量セットの値に所定の演算を施して、画像特徴量セットが人物形状モデルと適正に合致している度合いを評価し、特徴量検出器セットの、画像面上における位置に対応して評価値を生成し、画像面の各座標に対応する評価値を表す評価値画像を生成する評価値演算処理を実行させ、評価値演算処理によって算出された評価値画像に対し、画像面の各座標の画素について、当該画素の座標に対応する評価値が近傍の領域において最大となる評価値極大点を探索し、得られた評価値極大点の座標を人物の存在する点として出力する極大点探索処理を実行させるための手順が記述されている。

【0100】

【発明の効果】第1の効果は、画像中の人物を微少な形状の差異や変化を許容しつつ検出することが可能である点である。その理由は、間隙を拡張したエッジ検出オペレータを用いることにより、輪郭形状が微少に変動してもオペレータの間隙部分に輪郭があれば高い微分出力値が得られ、その結果高い評価値を得ることが出来るためである。

【0101】第2の効果は、対象人物が相互に隣接している場合でも、各個人を分離して検出できる点である。その理由は、対象となる人物群が比較的密集している場合でも隠れにくく、かつ形状変化の比較的少ない頭部と上半身の輪郭形状をモデルとして特徴量検出器を配置して人物検出処理を行うことができるからである。

【0102】第3の効果は、ハードウェア実装による高速化が容易である点である。その理由は、人物検出装置を画像全体のフィルタ処理を中心に構成しているため、DSP等を用いた画像処理専用ハードウェアを適用して処理の高速化を図るのが容易なためである。

【0103】第4の効果は、システムの設置条件に対する制約が少なく、運用における柔軟性が高い点である。その理由は、人物の形状を用いるため、撮像されている人物の画像内での形状の変化が顕著で無い限りは、カメラの移動や照明変化の影響を受けにくいためである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の実施形態の処理ルーチンを示すフローチャートである。

26

【図3】図1の人物検出装置3の構成を示すブロック図である。

【図4】人物検出装置3の人物検出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図5】図1の人物検出装置3の構成を示すブロック図である。

【図6】人物検出装置3において用いられるエッジ検出オペレータを示す概念図である。

【図7】人物検出処理に用いられる人物輪郭形状モデルとエッジ検出オペレータの配置を示す概念図である。

【図8】エッジ検出オペレータを用いた人物検出処理ルーチンの内容を示すフローチャートである。

【図9】カメラで取得される画像中に監視対象となる領域を1つ、または複数個設定されている実施例を示す概念図である。

【図10】図1の人物計数装置4の一実施例のブロック図である。

【図11】カメラ配置、人物位置を較正するためのモデル空間を示す図である。

【図12】人物密度計測装置9で処理される以前の空間中の人物位置をプロットしたサンプル図である。

【図13】人物密度計測装置9で処理される各小領域の例を示す図である。

【図14】計数結果表示装置6で表示された人物密度図の一例である。

【図15】計数結果表示装置6の第1の実施例のブロック図である。

【図16】計数結果表示装置6の第2の実施例のブロック図である。

【図17】計数結果表示装置6の第3の実施例のブロック図である。

【図18】計数結果表示装置6の第4の実施例のブロック図である。

【図19】計数結果表示装置6の第5の実施例のブロック図である。

【符号の説明】

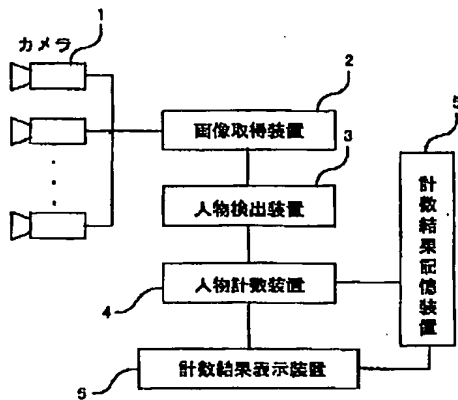
- 1 カメラ
- 2 画像取得装置
- 3 人物検出装置
- 301 特徴量算出装置
- 302 評価値演算装置
- 303 極大点探索装置
- 31 画像微分部
- 32 評価値画像合成部
- 33 極大点探索部
- 4 人物計数部
- 41 人物位置検出部
- 42 画像・位置対応記憶部
- 43 人物密度計測部

(15)

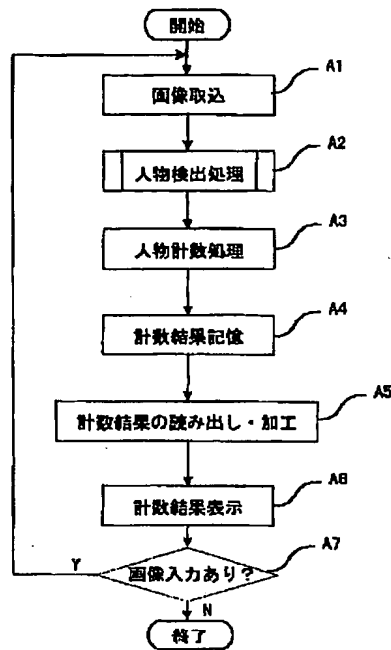
- 27
- 5 計数結果記憶装置
6 計数結果表示装置
601 購買率表示部
602 購買客数記憶部
611 平均接客数表示部
612 従業員数記憶部

- 28
- 621 レジ数コンサルト部
622 使用レジ数記憶部
631 売場内従業員数コンサルト部
632 売場内従業員数記憶部
641 待ち時間表示部
642 単位時間処理人数記憶部

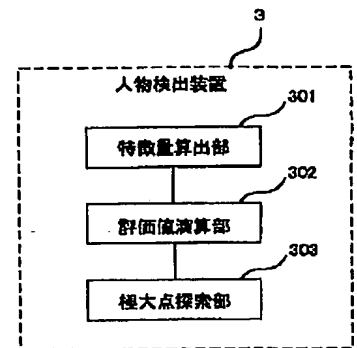
【図1】



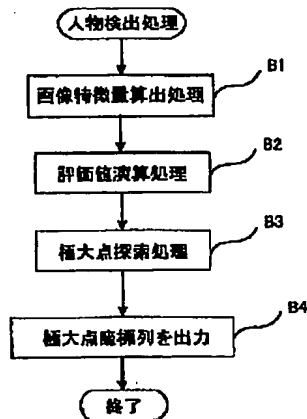
【図2】



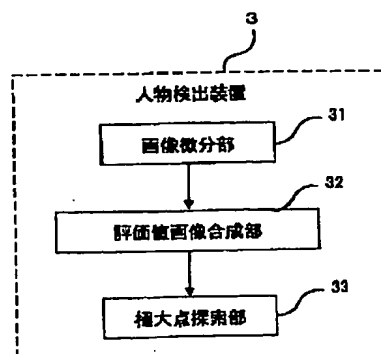
【図3】



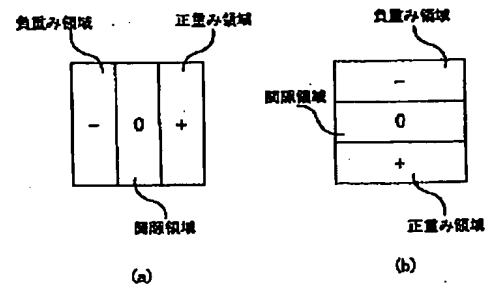
【図4】



【図5】

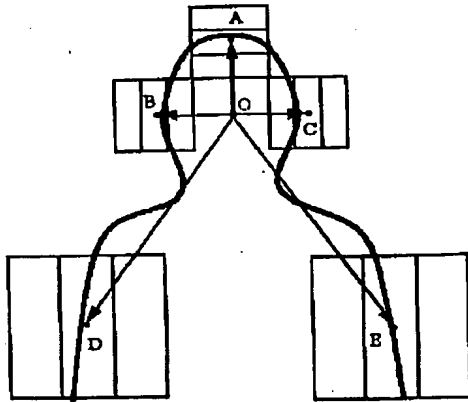


【図6】

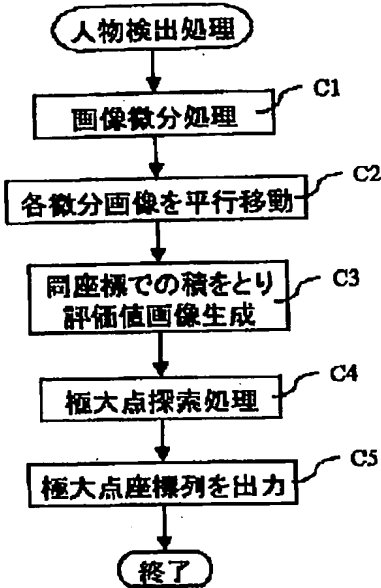


(16)

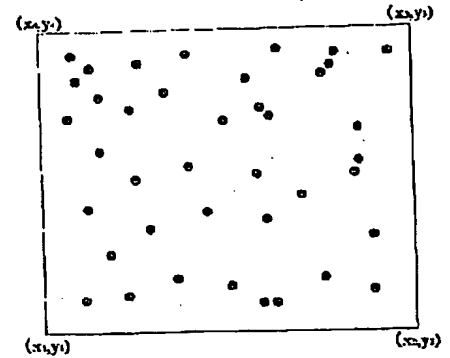
【図7】



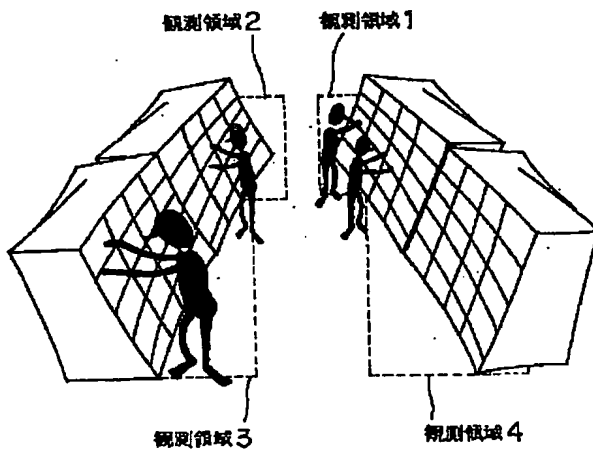
【図8】



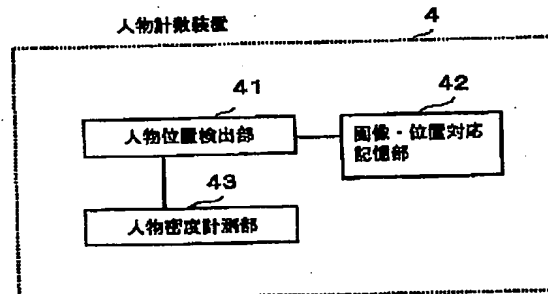
【図12】



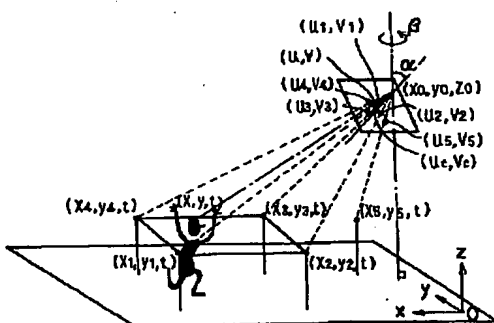
【図9】



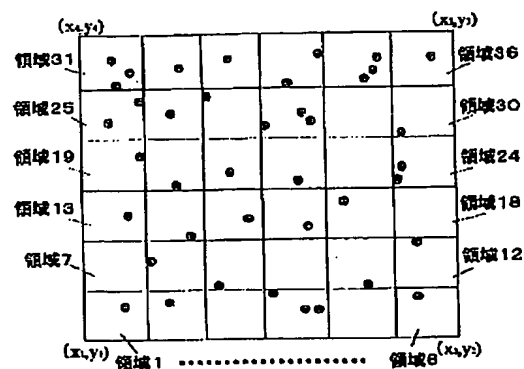
【図10】



【図11】

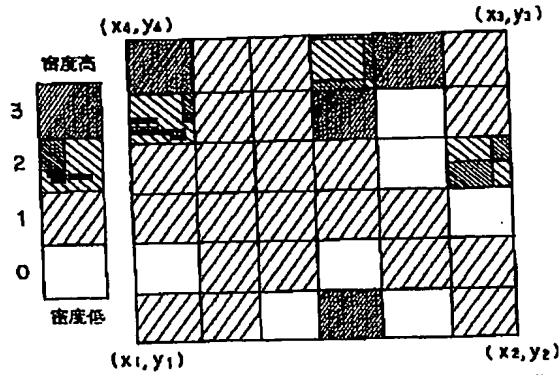


【図13】

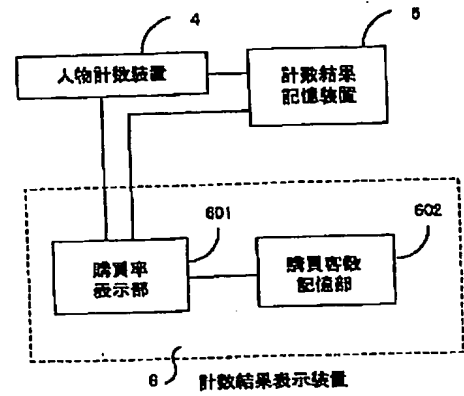


(17)

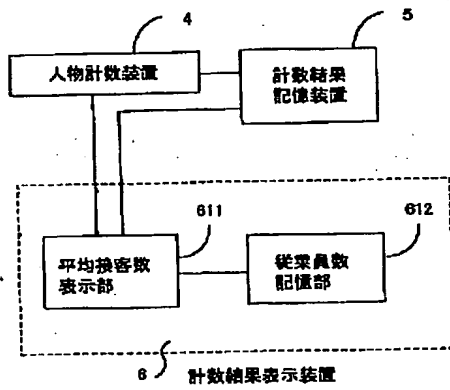
【図14】



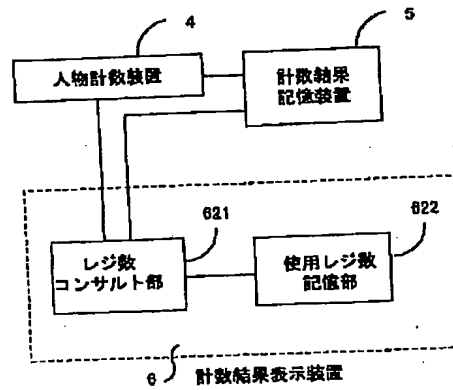
【図15】



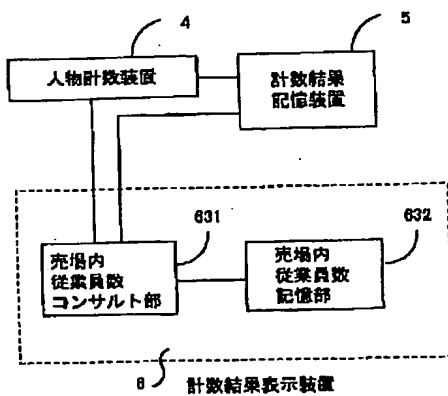
【図16】



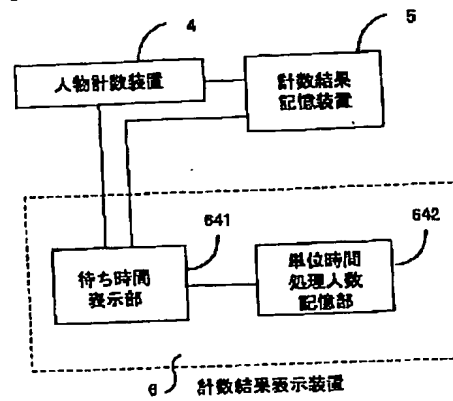
【図17】



【図18】



【図19】



(18)

フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 BA02 DA13 DC09 DC25 DC33
5L096 AA02 BA08 CA04 CA05 EA15
FA06 FA69 FA81 GA02 GA38
HA08